



วิทยานิพนธ์

การจัดการประมงหมึกกระดอง (*Sepia aculeata* และ
Sepiella inermis) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

MANAGEMENT OF CUTTLEFISH FISHERY (*Sepia aculeata* AND
Sepiella inermis) IN THE UPPER GULF OF THAILAND

นางสาวนิภา กุลานูจรี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการประมง)

ปริญญญา

การจัดการประมง

การจัดการประมง

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การจัดการประมงหมึกกระดอง (*Sepia aculeata* และ *Sepiella inermis*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

Management of Cuttlefish Fishery (*Sepia aculeata* and *Sepiella inermis*) in the upper Gulf of Thailand

นามผู้วิจัย นางสาวนิภา กุลานูจารี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เมธี แก้วเนิน, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์กังวาลย์ จันทระโชติ, D. Agri.)

กรรมการ

(อาจารย์มาลา สุพงษ์พันธุ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ภัตตรา รัตนพิสิฏฐ์, พบ.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กาญจนา วีระกุล, D. Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การจัดการประมงหมึกกระดอง (*Sepia aculeata* และ *Sepiella inermis*)
ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

Management of Cuttlefish Fishery (*Sepia aculeata* and *Sepiella inermis*)
in the Upper Gulf of Thailand

โดย

นางสาวนิภา กุลานุกรี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการประมง)
พ.ศ. 2551

นิภา คุลานุจารี 2551: การจัดการประมงหมึกกระดอง (*Sepia aculeata* และ *Sepiella inermis*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (การจัดการประมง) สาขาการจัดการประมง ภาควิชาการจัดการประมง ปรธานกรรมการที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์เมธี แก้วนิน, Ph.D. 122 หน้า

ทำการศึกษาการจัดการประมงหมึกกระดองชนิด *Sepia aculeata* และ *Sepiella inermis* โดยใช้ข้อมูลชนิด และปริมาณหมึกกระดองจากการสำรวจด้วยเรือสำรวจกรมประมง ระหว่าง พ.ศ. 2547-2548 ข้อมูลความยาวผลจับ และราคาหมึกกระดองจากการสุ่มตัวอย่างเรือประมงพาณิชย์ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547 และข้อมูลผลจับหมึกกระดอง และการลงแรงประมงของเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ อวนลากคู่ และอวนรุน จากสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2538-2547 ผลการศึกษาพบว่าหมึกกระดองมีการแพร่กระจายทั่วทั้งอ่าวไทยตอนบน โดยมีปริมาณมากบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันตก หมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ขนาดเล็กกว่า 6 ซม. มีปริมาณมากในเดือนมีนาคม พฤษภาคม และกรกฎาคม ส่วนหมึกกระดองชนิด *S. inermis* ขนาดเล็กกว่า 4 ซม. มีปริมาณมากในเดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม

S. aculeata มีความยาวแรกจับของเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ และอวนลากคู่ เท่ากับ 7.33 และ 8.70 ซม. ตามลำดับ ส่วน *S. inermis* มีความยาวแรกจับของเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ เท่ากับ 4.46 ซม. ขนาดตาอวนที่เหมาะสมสำหรับอวนลากแผ่นตะเฒ่ และอวนลากคู่ในการทำประมง *S. aculeata* เท่ากับ 3.48 และ 2.93 ซม. ตามลำดับ ขนาดตาอวนที่เหมาะสมสำหรับอวนลากแผ่นตะเฒ่ในการทำประมง *S. inermis* เท่ากับ 3.24 ซม. สัมประสิทธิ์การเติบโต สัมประสิทธิ์การตายรวม สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติและสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง ของ *S. aculeata* มีค่าเท่ากับ 2.16, 18.89, 3.17 และ 5.88 ต่อปี ตามลำดับ และ *S. inermis* มีค่าเท่ากับ 3.74, 9.03, 5.18 และ 3.15 ต่อปี ตามลำดับ ความยาวอนันต์ และสัดส่วนการใช้ประโยชน์ของ *S. aculeata* เท่ากับ 23.34 ซม. และ 0.83 ส่วน *S. inermis* เท่ากับ 9.17 ซม. และ 0.61 ตามลำดับ

ผลการประเมินสภาวะทรัพยากรหมึกกระดองใน พ.ศ. 2547 พบว่า *S. aculeata* มีผลผลิต 2,231.59 ตัน มวลชีวภาพ 1,047.02 ตัน คิดเป็นมูลค่า 123.31 ล้านบาท ค่าผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืนเท่ากับ 4,121.58 ตัน และผลผลิตที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดที่ถาวรเท่ากับ 339.01 ล้านบาท เมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 85 จากการลงแรงประมงในปัจจุบัน ส่วน *S. inermis* มีผลผลิต 344.47 ตัน มวลชีวภาพ 130.57 ตัน คิดเป็นมูลค่า 9.67 ล้านบาท ค่าผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืนเท่ากับ 347.49 ตัน เมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 20 และผลผลิตที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดที่ถาวรเท่ากับ 11.15 ล้านบาท เมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 50 จากการวิเคราะห์ภาพรวมของหมึกกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบนได้ผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืนตามวิธีของ Schaefer และ Fox เท่ากับ 2,782 และ 2,855 ตัน ที่ระดับการลงแรงประมง $2,028 \times 10^3$ และ $1,656 \times 10^3$ ชั่วโมง ตามลำดับ โดยมีผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 20 ตามวิธีของ Schaefer และร้อยละ 35 ตามวิธีของ Fox

Nipa Kulanjaree 2008: Management of Cuttlefish Fishery (*Sepia aculeata* and *Sepiella inermis*) in the upper Gulf of Thailand. Master of Science (Fishery Management), Major Field: Fishery Management, Department of Fishery Management. Thesis Advisor: Assistant Professor Methee Kaewnem, Ph.D. 122 pages

The study on Management of Cuttlefish Fishery (*Sepia aculeata* and *Sepiella inermis*) in the Upper Gulf of Thailand was conducted. The data of catch and species composition of cuttlefish during 2004-2005 from Thai Department of Fisheries's research vessel, the data of length frequency, catch and price gathered from sampled commercial boats in the Upper Gulf of Thailand in 2004 were collected and analyzed. In addition, catch and effort data of otter board trawl, pair trawl and push net from Fisheries Statistics in 1995-2004 were analyzed. The results indicated that cuttlefish distributed over every area of the Upper Gulf of Thailand especially along the west coast. *S. aculeata* with the size smaller than 6 cm was abundant in January, March, May and September. Meanwhile, *S. inermis* with the size smaller than 4 cm was abundant in March and September.

Lengths at first capture of *S. aculeata* by otter board trawl and pair trawl were 7.33 and 8.70 cm, respectively. Length at first capture of *S. inermis* by otter board trawl was 4.46 cm. The results indicated that the optimum mesh size for otter board trawl and pair trawl for *S. aculeata* fishing were 3.48 and 2.93 cm, respectively. Meanwhile, the optimum mesh size for otter board trawl for *S. inermis* fishing was 3.24 cm. The estimated values of curvature parameter, total mortality coefficient, natural mortality coefficient and fishing mortality coefficient of *S. aculeata* were 2.16, 18.89, 3.17 and 5.88 year⁻¹, respectively, meanwhile the estimated values of *S. inermis* were 3.74, 9.03, 5.18 and 3.15 year⁻¹, respectively. Asymptotic length and exploitation rate of *S. aculeata* were 23.34 cm and 0.83. Asymptotic length and exploitation rate of *S. inermis* were 9.17 cm and 0.61, respectively.

Result of stock assessment in 2004 showed that yield, biomass and value of *S. aculeata* were 2,231.59 tons, 1,047.02 tons and 123.31 million Bath, respectively. The results indicated that the maximum sustainable yield is 4,121.58 tons and the maximum sustainable economic yield is 339.01 million Baths when reduce 85 percent of fishing effort. Yield, biomass and value of *S. inermis* were 344.47 tons, 130.57 tons and 9.67 million Bath, respectively. For *S. inermis*, the maximum sustainable yield is 347.49 tons when reduced 20 percent of fishing effort and the maximum sustainable economic yield is 11.15 million Bath when reduced 50 percent of fishing effort. The holistic models analysis results showed that the maximum sustainable yield of cuttlefish in Upper Gulf of Thailand are 2,782 and 2,855 tons according to Schaefer's and Fox's models, respectively. The optimum fishing efforts are $2,028 \times 10^3$ and $1,656 \times 10^3$ hours. The maximum sustainable yield will be gained when reduced fishing effort by 20 and 35 percent for Schaefer's model and Fox's model, respectively.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

/ /

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์เมธี แก้วเนิน ประธานกรรมการ รองศาสตราจารย์
กังวาลย์ จันทโรติ กรรมการวิชาเอก และอาจารย์มาลา สุพงษ์พันธุ์ กรรมการวิชารอง ที่กรุณาให้
คำแนะนำ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอบพระคุณ
อาจารย์ประพันธ์ศักดิ์ ศิริชะภาภูมิ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมจนวิทยานิพนธ์
มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคุณรัตนาวลี พูลสวัสดิ์ ที่ให้คำแนะนำต่างๆ คุณจินตนา จินดาลิขิต ที่ช่วย
เพิ่มเติมข้อมูลให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบนที่
ได้ช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล คุณโอภาส ชามะสนธิ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเดินเรื่องต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ๆ และขอขอบคุณทุกคนที่ให้การสนับสนุน
ช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจ ขอขอบคุณอาจารย์จรรยา สุขแสงจันทร์ ที่ช่วยตรวจทานและช่วยเหลือใน
การทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้กำลังใจจนข้าพเจ้าสำเร็จการศึกษา

ประโยชน์อันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบแด่พ่อ แม่ และคณาจารย์
ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนให้มีความรู้จนถึงปัจจุบัน

นิภา ภูลานุจारी
พฤษภาคม 2551

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	32
อุปกรณ์	32
วิธีการ	32
ผลและวิจารณ์	44
สรุปและข้อเสนอแนะ	79
สรุป	79
ข้อเสนอแนะ	80
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	82
ภาคผนวก	91

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 คำพลจับต่อหน่วยการลงแรงประมงของหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> , <i>S. inermis</i> และพลจับหมึกกระดองรวมทุกชนิดที่ได้จากการสำรวจด้วยเรือประมง 2 ระหว่าง มกราคม 2547 ถึง สิงหาคม 2548	44
2 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> ตามแนวเส้นโค้ง การเติบโต ก ข และ ค	64
3 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของหมึกกระดองชนิด <i>S. inermis</i> ตามแนวเส้นโค้ง การเติบโต ก ข และ ค	64
4 ตารางเทียบอายุกับความยาวแมนเทิลของหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i>	66
5 ตารางเทียบอายุกับความยาวแมนเทิลของหมึกกระดองชนิด <i>S. inermis</i>	67
6 ผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืนและการลงแรงประมงที่เหมาะสมในการทำการประมง หมึกกระดองบริเวณอ่าวไทยตอนบนตามวิธีของ Scheafer และ Fox	75
7 พลจับหมึกกระดองเมื่อมีการลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 10-35 เทียบกับการลงแรงประมงในปี 2547 ตามวิธีของ Scheafer และ Fox	78

ตารางผนวกที่

1 ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์สถิติการแพร่กระจายของพลจับต่อหน่วยการลงแรงประมงของหมึกกระดองบริเวณอ่าวไทยตอนบนจากเรือสำรวจประมง 2	92
2 ข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวของพลจับหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> จำแนกตามรายเดือนใน พ.ศ. 2547 จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่า ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน	93
3 ข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาว ของพลจับหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> จำแนกตามรายเดือนใน พ.ศ. 2547 จากเครื่องมืออวนลากคู่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน	94
4 ข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวของพลจับหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> จำแนกตามรายเดือนใน พ.ศ. 2547 จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่าและเครื่องมืออวนลากคู่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน	95

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
5 ข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวของผลจับหมีกระดองชนิด <i>S. inermis</i> จำแนกตามรายเดือนใน พ.ศ. 2547 จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฆ่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน	96
6 ค่าโอกาสที่จะถูกจับ (probability of capture) ของหมีกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> ด้วยเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฆ่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547	97
7 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวแมนเทิลกับค่าสังเกตสัดส่วนการถูกกัก ของหมีกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> ด้วยเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฆ่	98
8 ค่าโอกาสที่จะถูกจับ (probability of capture) ของหมีกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> ด้วยเครื่องมืออวนลากคู่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547	99
9 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวแมนเทิลกับค่าสังเกตสัดส่วนการถูกกัก ของหมีกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> ด้วยเครื่องมืออวนลากคู่	100
10 ค่าโอกาสที่จะถูกจับ (probability of capture) ของหมีกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> ด้วยเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฆ่ และอวนลากคู่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547	101
11 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวแมนเทิลกับค่าสังเกตสัดส่วนการถูกกัก ของหมีกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> ด้วยเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฆ่และอวนลากคู่	102
12 ค่าโอกาสที่จะถูกจับ (probability of capture) ของหมีกระดองชนิด <i>S. inermis</i> ด้วยเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฆ่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547	103
13 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวแมนเทิลกับค่าสังเกตสัดส่วนการถูกกัก ของหมีกระดองชนิด <i>S. inermis</i> ด้วยเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฆ่	104
14 การแพร่กระจายกลุ่มอายุของหมีกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> บริเวณอ่าวไทยตอนบน ในแต่ละเดือนจากการแยกฐานนิยมความยาว (เซนติเมตร) โดยวิธีของ Bhattachaya	105
15 การแพร่กระจายกลุ่มอายุของหมีกระดองชนิด <i>S. inermis</i> บริเวณอ่าวไทยตอนบน ในแต่ละเดือนจากการแยกฐานนิยมความยาว (เซนติเมตร) โดยวิธีของ Bhattachaya	106

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
16 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเฉลี่ยกับ $\Delta L/\Delta t$ ของหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน ตามกลุ่มอายุที่ติดตามได้ในภาพที่ 42	107
17 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเฉลี่ย กับ $\Delta L/\Delta t$ ของหมึกกระดองชนิด <i>S. inermis</i> ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน ตามกลุ่มอายุที่ติดตามได้ในภาพที่ 43	108
18 ข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวของผลจับหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่าและเครื่องมืออวนลากคู่ และ <i>S. inermis</i> จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่า ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547	109
19 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม เมื่อ K เท่ากับ 2.16 ต่อปี L_∞ เท่ากับ 23.34 เซนติเมตร ของผลจับหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547	110
20 ผลการวิเคราะห์การถดถอยระหว่างค่า $\ln(L_\infty - L_i)$ กับค่า $\ln(\sum n_i)$ เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมของหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i>	111
21 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม เมื่อ K เท่ากับ 3.74 ต่อปี L_∞ เท่ากับ 9.17 เซนติเมตร ของผลจับหมึกกระดองชนิด <i>S. inermis</i> ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547	112
22 ผลการวิเคราะห์การถดถอยระหว่างค่า $\ln(L_\infty - L_i)$ กับค่า $\ln(\sum n_i)$ เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมของหมึกกระดองชนิด <i>S. inermis</i>	113
23 ตารางการวิเคราะห์ประชากรเสมือนด้วยวิธี Jones' Length Cohort Analysis ของหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่า และอวนลากคู่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547	114
24 ตารางการวิเคราะห์ประชากรเสมือนด้วยวิธี Jones' Length Cohort Analysis ของหมึกกระดองชนิด <i>S. inermis</i> จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่า ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547	115
25 ตารางการวิเคราะห์ผลผลิตของ Thompson and Bell ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว ของหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่า และอวนลากคู่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน เมื่อ F-Factor เท่ากับ 1	116

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
26 ปริมาณ ผลผลิต มวลชีวภาพ และมูลค่า ของหมักกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> ที่ระดับการลงแรงประมงต่างๆ กัน	117
27 ตารางการวิเคราะห์ผลผลิตของ Thompson and Bell ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว ของหมักกระดองชนิด <i>S. inermis</i> จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน เมื่อ F-Factor เท่ากับ 1	118
28 ปริมาณ ผลผลิต มวลชีวภาพ และมูลค่า ของหมักกระดองชนิด <i>S. inermis</i> ที่ระดับการลงแรงประมงต่างๆ กัน	119
29 ผลจับและการลงแรงประมงหมักกระดองจากเครื่องมือประมงอวนลากแผ่นตะเฒ่ อวนลากคู่ และอวนรุน ที่ทำประมงในบริเวณอ่าวไทยตอนบน ระหว่าง พ.ศ. 2538-2547	120
30 การลงแรงประมงสัมพันธ์ในการทำการประมงหมักกระดองของเครื่องมือประมงอวนลากแผ่นตะเฒ่ อวนลากคู่ และอวนรุน ที่ทำประมงในบริเวณอ่าวไทยตอนบน ระหว่าง พ.ศ. 2538-2547	121
31 การลงแรงประมงสัมพันธ์ในการทำการประมงหมักกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบนจากทุกเครื่องมือ (รวมเครื่องมือที่ไม่ทราบค่าการลงแรงประมง) ระหว่าง พ.ศ. 2538-2547	122

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ลักษณะทั่วไปของหมีกระดอง	5
2 วัตถุประสงค์พื้นฐานของการประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำ	9
3 ลำดับขั้นในการประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำ	10
4 การประมงกลุ่มสัตว์น้ำในรูปแบบของ “กล่องคำ”	16
5 การแบ่งเขตประมงของประเทศไทย	25
6 ผลจับหมีกระดองรวมทั้งในอ่าวไทยและทะเลอันดามันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528-2541	26
7 วัตถุประสงค์และแผนการจัดการประมง	30
8 แผนที่การสำรวจทรัพยากรสัตว์น้ำในบริเวณอ่าวไทยตอนบนโดยเรือสำรวจประมง 2	33
9 ทำเทียบเรือที่ทำการเก็บข้อมูลการประมงหมีกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบน	34
10 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นการสุ่มตัวอย่างหมีกระดองจากเรือประมงพาณิชย์ที่สุ่มตัวอย่าง	34
11 ลำดับขั้นตอนการประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำโดยวิธีเชิงวิเคราะห์	35
12 ลำดับขั้นตอนการประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำโดยวิธีภาพรวม	36
13 การแพร่กระจายหมีกระดอง (<i>S. aculeata</i>) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือนมกราคม พ.ศ. 2547	45
14 การแพร่กระจายหมีกระดอง (<i>S. aculeata</i>) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2547	45
15 การแพร่กระจายหมีกระดอง (<i>S. aculeata</i>) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2547	46
16 การแพร่กระจายหมีกระดอง (<i>S. aculeata</i>) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547	46
17 การแพร่กระจายหมีกระดอง (<i>S. aculeata</i>) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือนกันยายน พ.ศ. 2547	47
18 การแพร่กระจายหมีกระดอง (<i>S. aculeata</i>) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2547	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
19 การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. aculeata) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มกราคม พ.ศ. 2548	48
20 การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. aculeata) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มีนาคม พ.ศ. 2548	48
21 การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. aculeata) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2548	49
22 การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. aculeata) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2548	49
23 การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. aculeata) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มกราคม พ.ศ. 2547	50
24 การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. aculeata) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547	50
25 การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. aculeata) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2547	51
26 การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. inermis, S. aculeata, S. brevimana, S. pharaonis และ S. recurvirostra) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มกราคม พ.ศ. 2547	51
27 การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. inermis, S. aculeata, S. brevimana, S. pharaonis และ S. recurvirostra) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มีนาคม พ.ศ. 2547	52
28 การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. inermis, S. aculeata, S. brevimana, S. pharaonis และ S. recurvirostra) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547	52
29 การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. inermis, S. aculeata, S. brevimana, S. pharaonis และ S. recurvirostra) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2547	53
30 การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. inermis, S. aculeata, S. brevimana, S. pharaonis และ S. recurvirostra) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน กันยายน พ.ศ. 2547	53
31 การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. inermis, S. aculeata, S. brevimana, S. pharaonis และ S. recurvirostra) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2547	54

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
32	การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. inermis, S. aculeata, S. brevimana, S. pharaonis และ S. recurvirostra) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มกราคม พ.ศ. 2548	54
33	การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. inermis, S. aculeata, S. brevimana, S. pharaonis และ S. recurvirostra) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มีนาคม พ.ศ. 2548	55
34	การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. inermis, S. aculeata, S. brevimana, S. pharaonis และ S. recurvirostra) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2548	55
35	การแพร่กระจายหมีกระดูก (S. inermis, S. aculeata, S. brevimana, S. pharaonis และ S. recurvirostra) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2548	56
36	ความถี่ความยาวของหมีกระดูกชนิด S. aculeata จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่า และอวนลากคู่ และความถี่ความยาวของหมีกระดูกชนิด S. inermis จากเครื่องมืออวนลากเดี่ยวในบริเวณอ่าวไทยตอนบน	58
37	เส้นโอกาสที่ถูกจับของหมีกระดูกชนิด S. aculeata ที่จับได้จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่า ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547	59
38	เส้นโอกาสที่ถูกจับของหมีกระดูกชนิด S. aculeata ที่จับได้จากเครื่องมืออวนลากคู่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547	60
39	เส้นโอกาสที่ถูกจับของหมีกระดูกชนิด S. aculeata ที่จับได้จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่า และอวนลากคู่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547	60
40	เส้นโอกาสที่ถูกจับของหมีกระดูกชนิด S. inermis ที่จับได้จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่า ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547	61
41	ความยาวเฉลี่ยของกลุ่มอายุต่างๆ ของหมีกระดูกชนิด S. aculeata ที่จำแนกตามวิธีของ Bhattacharya และแนวเส้นโค้งการเติบโตของกุ้งตะกาดกลุ่มอายุเดียวกัน (รุ่น ก ข และ ค)	63
42	ความยาวเฉลี่ยของกลุ่มอายุต่างๆ ของหมีกระดูกชนิด S. inermis ที่จำแนกตามวิธีของ Bhattacharya และแนวเส้นโค้งการเติบโตของกุ้งตะกาดกลุ่มอายุเดียวกัน (รุ่น ก ข และ ค)	63

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
43	อายุและความยาวของหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> ตามสมการการเติบโต	65
44	อายุและความยาวของหมึกกระดองชนิด <i>S. inermis</i> ตามสมการการเติบโต	68
45	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\ln(L_\infty - L_i)$ กับค่า $\ln(\sum n_i)$ เพื่อประมาณค่า สัมประสิทธิ์การตายรวมของหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i>	69
46	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\ln(L_\infty - L_i)$ กับค่า $\ln(\sum n_i)$ เพื่อประมาณค่า สัมประสิทธิ์การตายรวมของหมึกกระดองชนิด <i>S. inermis</i>	69
47	โครงสร้างจำนวนประชากรที่ได้จากการวิเคราะห์ประชากรเสมือน ของหมึก กระดองชนิด <i>S. aculeata</i> ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน	71
48	โครงสร้างจำนวนประชากรที่ได้จากการวิเคราะห์ประชากรเสมือน ของหมึก กระดองชนิด <i>S. inermis</i> ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน	72
49	ผลผลิต มวลชีวภาพ และมูลค่าผลผลิต ของหมึกกระดองชนิด <i>S. aculeata</i> ใน บริเวณอ่าวไทยตอนบน ที่ระดับการทำการประมงที่ F-factor ต่างๆ กัน	73
50	ผลผลิต มวลชีวภาพ และมูลค่าผลผลิต ของหมึกกระดองชนิด <i>S. inermis</i> ใน บริเวณอ่าวไทยตอนบน ที่ระดับการทำการประมงที่ F-factor ต่างๆ กัน	74
51	ความสัมพันธ์ของการลงแรงประมงสัมพัทธ์และผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมง สัมพันธ์ตามแบบจำลองของ Scheafer	76
52	ความสัมพันธ์ของการลงแรงประมงสัมพัทธ์และผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมง สัมพันธ์ตามแบบจำลองของ Fox	76
53	เส้นโค้งผลจับหมึกกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบนตามแบบจำลองของ Scheafer	77
54	เส้นโค้งผลจับหมึกกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบนตามแบบจำลองของ Fox	78

การจัดการประมงหมึกกระดอง (*Sepia aculeata* และ *Sepiella inermis*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

Management of Cuttlefish Fishery (*Sepia aculeata* and *Sepiella inermis*) in the upper Gulf of Thailand

คำนำ

ทรัพยากรสัตว์น้ำทางทะเลนับว่าเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของประเทศเป็นอย่างยิ่งต่อสถานะที่ประเทศไทยมุ่งเน้นนโยบายในการผลักดันให้เป็นครัวของโลก ทรัพยากรทางทะเลนับว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญปัจจัยหนึ่งในการสนับสนุนนโยบายดังกล่าว เนื่องจากใน พ.ศ. 2547 ประเทศไทยจับสัตว์น้ำ โดยเฉพาะสัตว์น้ำทะเลได้ถึง 2,635,900 ตัน คิดเป็นร้อยละ 64.3 ของปริมาณสัตว์น้ำทั้งประเทศในขณะที่ปริมาณการจับสัตว์น้ำจืดและการเพาะเลี้ยงมีเพียง 1,463,700 ตัน คิดเป็นร้อยละ 35.7 (กรมประมง, 2549) นอกจากนี้ประเทศไทยยังเป็นผู้ส่งออกสินค้าสัตว์น้ำอันดับต้นๆ ของโลก โดยได้ดูแลการค้าสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำใน พ.ศ. 2547 เท่ากับ 125,271 ล้านบาท หรือเท่ากับปริมาณสินค้าส่งออก 1,357,140 ตัน คิดเป็นมูลค่า 176,516.3 ล้านบาท ปริมาณการนำเข้า 1,254,194 ตัน คิดเป็นมูลค่า 51,245.5 ล้านบาท (กรมประมง, 2549) และมีแนวโน้มในการส่งออกสินค้าสัตว์น้ำเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในอนาคต

ปลาหมึกเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่มีราคาค่อนข้างสูง เป็นที่ต้องการของตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศทั่วโลกมีความต้องการบริโภคปลาหมึกมากถึง 2.3-2.5 ล้านตัน ใน พ.ศ. 2538 (ADB/INFOFISH, 1991) จากสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2547 รายงานว่ามีปลาหมึกที่จับได้ทั้งหมด 163,505 ตัน คิดเป็นมูลค่า 9,701.8 ล้านบาท โดยเป็นหมึกที่จับได้ในอ่าวไทย 111,808 ตัน คิดเป็นมูลค่า 6,687.2 ล้านบาท หรือร้อยละ 68.4 ของผลผลิตหมึกทั้งประเทศ และปลาหมึกที่จับได้จากฝั่งอันดามัน 51,697 ตัน คิดเป็นมูลค่า 3,014.6 ล้านบาท หรือร้อยละ 31.6 ของผลผลิตปลาหมึกทั้งประเทศ (กรมประมง, 2549)

จากสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2547 ปริมาณสัตว์น้ำทะเลทั้งหมดเท่ากับ 2,635,900 ตัน ซึ่งแบ่งออกเป็นผลผลิตสัตว์น้ำจำพวกปลาร้อยละ 93.5 ปลาหมึก กุ้งทะเลและปู หอย และสัตว์น้ำอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 3.3, 2.4 และ 0.8 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าผลผลิตปลาหมึกมีอยู่ในปริมาณที่มากเป็นอันดับสอง โดยแบ่งเป็นปลาหมึกจากบริเวณอ่าวไทยตอนบนถึง 49,693.4 ตัน คิดเป็นผลผลิตมากถึงร้อยละ 30.4 ของผลผลิตปลาหมึกทั้งประเทศ แสดงถึงศักยภาพในการผลิตสัตว์น้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบน ซึ่งมีเนื้อที่

ครอบคลุม 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา กรุงเทพฯ สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี และบางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (อำเภอหัวหินและอำเภอปราณบุรี) ในจำนวนนี้แบ่งเป็น หมึกกล้วยร้อยละ 48.68 หมึกกระดองร้อยละ 26.16 หมึกหอมร้อยละ 20.49 และหมึกสายร้อยละ 4.67 หมึกกระดอง เป็นปลาหมึกที่มีผลจับสูงเป็นอันดับสองในบริเวณอ่าวไทยตอนบน และมีแนวโน้มสูงขึ้น (กรมประมง, 2549ก)

เครื่องมือประมงที่สำคัญในการจับหมึกกระดองได้แก่ อวนลากแผ่นตะเฒ่ และอวนลากคู่ จากสถิติเรือประมงในปี 2513 มีเรืออวนลากแผ่นตะเฒ่จำนวน 2,210 ลำ เรืออวนลากคู่จำนวน 42 ลำ ในระยะเวลา 32 ปี จำนวนเรือดังกล่าวเพิ่มขึ้นเป็น 4,952 ลำ และ 1,544 ลำ ในปี 2545 ตามลำดับ (กรมประมง, 2515, 2547ก) จากเครื่องมือประมงชนิดต่าง ๆ ที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ ปริมาณหมึกกล้วย หมึกกระดอง และหมึกสาย ที่จับในประเทศไทยมีปริมาณสูงกว่าศักยภาพการผลิตตามธรรมชาติ จากการศึกษาของมาลา (2538) พบว่าหมึกกระดองในอ่าวไทยระหว่างปี 2514-2534 มีผลจับอยู่ในระหว่าง 12,000 -50,000 ตันต่อปี สูงสุดในปี 2534 เท่ากับ 50,077 ตัน แต่พบว่าผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืน (MSY) ของการทำการประมงหมึกกระดองในอ่าวไทยมีค่าเพียง 35,000 และ 32,000 ตัน (โดยวิธีการประเมินของ Schaefer และ Fox) (มาลา, 2538) จากผลการศึกษาดังกล่าวแสดงถึงการทำการประมงหมึกกระดอง บริเวณอ่าวไทยในปัจจุบันประสบปัญหาการทำการประมงเกินกำลังผลิตตามธรรมชาติซึ่งหากปล่อย ให้สถานการณ์ดังกล่าวดำเนินต่อไปสภาวะทรัพยากรหมึกกระดองในอ่าวไทยจะมีปริมาณลดลงอย่างต่อเนื่องและจะประสบภาวะขาดแคลนทรัพยากรในที่สุด

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันมีกฎหมายหลายฉบับที่ใช้สำหรับควบคุมการทำการประมงปลาหมึกใน อ่าวไทยตอนบน ได้แก่ ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และประกาศจังหวัดชลบุรี โดยห้ามเครื่องมือ บางประเภทเข้ามาทำการประมงในจังหวัดชลบุรี ตั้งแต่วันที่ 1 กันยายน ถึงสิ้นเดือนกุมภาพันธ์ ของทุกปี (กรมประมง, 2546ก) แต่อย่างไรก็ตามจากรายงานในอดีตที่ผ่านมาจะเห็นว่าถึงแม้ว่าบริเวณอ่าวไทยตอนบน เป็นแหล่งที่ให้ผลผลิตปลาหมึกในปริมาณสูง มีกฎหมายควบคุมการทำการประมงแต่ปริมาณหมึกกระดอง ยังคงมีแนวโน้มลดลง แสดงให้เห็นถึงกระบวนการจัดการที่ประสบความล้มเหลว ทำให้ทรัพยากร หมึกกระดองเปลี่ยนแปลงไปจากในอดีตที่มีความอุดมสมบูรณ์ จึงควรมีการศึกษาการแพร่กระจาย และปริมาณการลงแรงประมงที่ให้ผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืน และปริมาณการลงแรงประมงที่ให้ผลผลิตที่ให้ ผลตอบแทนสูงสุดที่ถาวร ณ เวลาปัจจุบัน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขมาตรการในการจัดการการประมง ให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งการวิจัยขนาดตาอวนก้นถุงที่เหมาะสมสำหรับเครื่องมืออวนลากที่ ทำประมงหมึกกระดอง รวมทั้งแนวทางอื่นๆ ในการจัดการการประมงหมึกกระดองในบริเวณอ่าวไทย ตอนบนให้สามารถจับหมึกกระดองได้ในปริมาณที่เหมาะสม และยั่งยืนต่อไป นอกจากนี้ผลจากการศึกษา ในครั้งนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษากับพื้นที่อื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้เป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการแพร่กระจายของหมึกกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบน
2. เพื่อวิเคราะห์ ผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืน (maximum sustainable yield: MSY) และผลผลิตที่ให้ผลตอบแทนสูงสุดที่ถาวร (maximum economic yield: MEY) ของการทำประมงหมึกกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบน
3. เพื่อวิเคราะห์การลงแรงประมงที่เหมาะสมสำหรับทำประมงหมึกกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบน
4. หาขนาดดาวนที่เหมาะสมของเรือประมงขนาดเล็กที่ทำประมงหมึกกระดอง

การตรวจเอกสาร

หมึกกระดอง

1. อนุกรมวิธาน

หมึกกระดองมีชื่อสามัญภาษาอังกฤษว่า cuttlefish มีการจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานได้ดังนี้ (Roper *et al.*, 1984)

Phylum Mollusca

Class Cephalopoda Cuvier, 1797

Subclass Coleoidea Bather, 1888

Superorder Decapodiformes Young *et al.*, 1998

Order Sepioidea Zittel, 1895

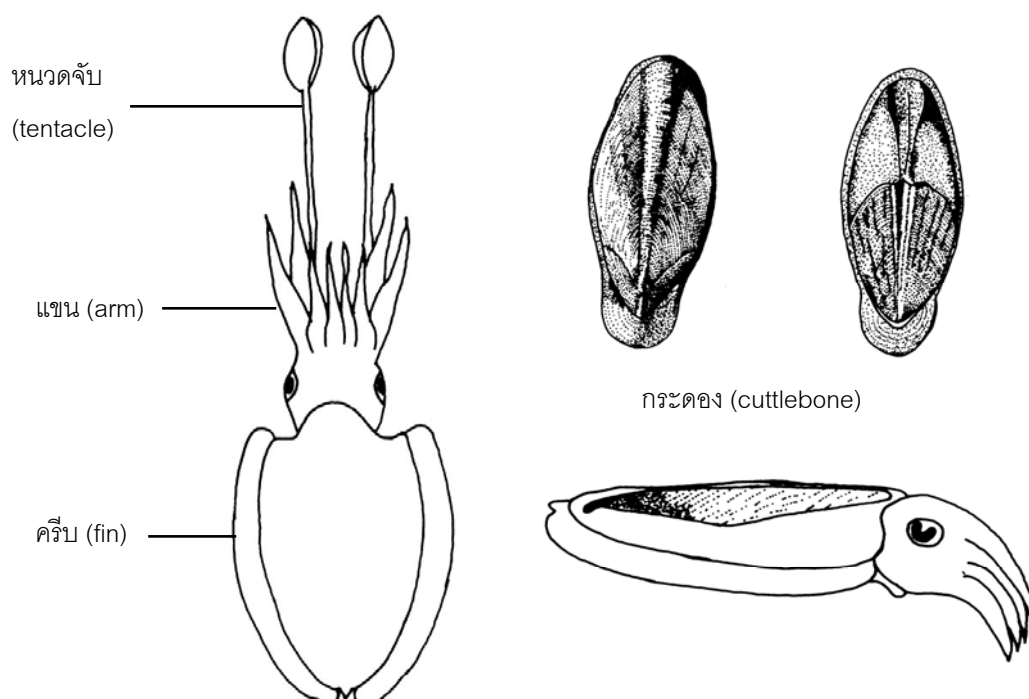
Family Sepiidae Keferstein, 1866

สมนึก (2536) ศึกษาและจำแนกชนิดปลาหมึกในอ่าวไทยที่ได้จากเรือสำรวจ และเรือพาณิชย์จากท่าเทียบเรือประมงในจังหวัดชายทะเลและตลาดสด และจากตัวอย่างที่มีการรวบรวมไว้ในพิพิธภัณฑ์ของกองประมงทะเล พบหมึกกระดองจำนวน 7 ชนิด อยู่ในสกุล *Sepiella* 1 ชนิด ได้แก่ *Sepiella inermis* และในสกุล *Sepia* จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ *Sepia aculeata*, *Sepia brevimana*, *Sepia kobeensis*, *Sepia lycidas*, *Sepia pharaonis* และ *Sepia recurvirostra*

สมนึก และสมศรี (2536) ศึกษาแหล่งอนุบาลปลาหมึกบริเวณอ่าวบ้านดอนและเขตติดต่อพบหมึกกระดอง 6 ชนิด ตรงกับการศึกษาของ มาลา (2538) ซึ่งศึกษาทรัพยากรปลาหมึกในอ่าวไทย และพบว่าหมึกกระดอง Order Sepioidea ที่พบในอ่าวไทยและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจมี 6 ชนิด เช่นเดียวกัน ได้แก่ *Sepia aculeata*, *Sepia brevimana*, *Sepia lycidas*, *Sepia pharaonis*, *Sepia recurvirostra* และ *Sepiella inermis*

2. ลักษณะทั่วไปของปลาหมึก

ปลาหมึกเป็นสัตว์น้ำทะเลที่มีวิวัฒนาการสูงที่สุดในกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง สมong ของปลาหมึกเมื่อเทียบตามสัดส่วนกับร่างกายแล้วมีขนาดใกล้เคียงกับสมองของมนุษย์ (จารุวัฒน์ และคณะ, 2539) สัตว์น้ำทะเลในกลุ่มนี้สามารถว่ายน้ำได้อย่างรวดเร็ว ร่างกายมีสมมาตรแบบ ซีกซ้ายขวา (bilateral symmetry) เท้าเปลี่ยนไปเป็นหนวด (tentacle) และแขน (arm) (ภาพที่ 1) หมึกกระดองมีหนวด 5 คู่ หรือ 10 เส้น จึงเรียกว่า decapod หนวดคู่ที่ 5 จะยาวกว่าคู่อื่นๆ จึงเรียกว่า tentacle ส่วนคู่อื่นๆ ที่สั้นกว่าจะเรียกว่า arm และมีลักษณะที่สำคัญ คือ มีกระดองแข็ง สีขาวขุ่น เป็นแบบ calcareous shell ด้านล่างของตัวมีท่อพ่นน้ำ (siphon หรือ funnel) ช่วยในการเคลื่อนที่โดยการดูดน้ำเข้าไปในช่องตัวจากนั้น กล้ามเนื้อลำตัวขยายและหดตัวอย่างรวดเร็วทำให้น้ำถูกฉีดออก ผ่านทางท่อ siphon แรงดันน้ำจะทำให้หมึกเคลื่อนที่ การบังคับทิศทางขึ้นกับการหันปลายท่อ siphon และใช้ครีบช่วยในการทรงตัว ส่วนหัว มีตาขนาดใหญ่ ที่คล้ายกับตาของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง คือมีจอรับภาพ (retina)



ภาพที่ 1 ลักษณะทั่วไปของหมึกกระดอง

ผิวหนังชั้นนอกของปลาหมึกเป็นชั้นแมนเทิล (mantle) หนาห่อหุ้มอวัยวะภายในไว้ มีเม็ดสี หรือ chromatophore หนาแน่นบริเวณด้านบน (dorsal) ของลำตัว เม็ดสีนี้เป็นกลุ่มเซลล์ที่มีขนาดเล็ก รูปร่างเป็นถุงแบน ทำงานตามการควบคุมของระบบประสาทที่ควบคุมกล้ามเนื้อให้ยืดหรือหด ซึ่งส่งผลต่อความเข้มของสีผิวของตัวปลาหมึก เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจะดึงผนังเซลล์เม็ดสีให้ขยายตัวออก ทำให้สีตัวปลาหมึกมีสีเข้มขึ้น ในทางตรงข้ามเมื่อกกล้ามเนื้อคลายตัวเม็ดสีจะหดลงได้

ระบบการไหลเวียนโลหิตของปลาหมึกมีหัวใจ 3 ห้อง ประกอบด้วยออริเคิล 2 ห้องและเวนทริเคิล 1 ห้อง มีเหงือก 1 คู่ อยู่ภายในช่อง mantle มี hemocyanin ทำหน้าที่คล้าย hemoglobin ในการลำเลียงออกซิเจน

ระบบทางเดินอาหารประกอบด้วยปาก ภายในช่องปากมีเขี้ยว (jaw หรือ beak) 2 อัน สร้างจากสารประกอบไคติน ประกบกันมีลักษณะคล้ายกับปากของนกแก้ว มีแผงฟัน (radula) ยาวอยู่ภายใน buccal membrane ถัดจากช่องปากเป็นหลอดอาหาร ต่อจากหลอดอาหารเป็นกระเพาะอาหาร caecum ลำไส้เล็ก ลำไส้ตรง บริเวณส่วนปลายจะมีถุงหมึก (ink sac) และทวาร น้ำหมึกจะถูกพ่นออกทางทวาร และออกภายนอกผ่านทางท่อพ่นน้ำ น้ำหมึกมีสภาพเป็นด่างซึ่งมีผลต่อระบบประสาทของศัตรูทำให้ ศัตรูเป็นอัมพาตชั่วคราว (Mangold, 1983 อ้างตาม เจิดจินดา, 2536)

ระบบประสาทของปลาหมึกพัฒนามากที่สุดในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง มีการรวมตัวกันของปมประสาทกลายเป็นสมอง (brain) สามารถแบ่งสมองของปลาหมึกออกเป็น 2 ส่วนคือ สมองส่วนหลังหรือ supraesophageal ganglion และสมองส่วนล่างหรือ subesophageal ganglion

ปลาหมึกมีระบบสืบพันธุ์แบบแยกเพศ โดยอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียประกอบด้วย รังไข่ (ovary) และท่อนำไข่ (oviduct) ท่อนำไข่ขยายตัวเป็นต่อม เรียกว่า nidamental gland ทำหน้าที่สร้างสารหุ้มไข่ อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ประกอบด้วย อัณฑะ (testis) ถุงพักน้ำอสุจิ (seminal vesicle) ถุงเก็บน้ำอสุจิ (spermatophoric sac) (Mangold, 1983 อ้างตาม เจิดจินดา, 2536)

การจับคู่ผสมพันธุ์ปลาหมึกเพศผู้จะใช้หนวดที่มีลักษณะที่แตกต่างจากหนวดอันอื่นที่เรียกว่า hectocotylized arm นำถุงน้ำเชื้อสอดเข้าไปในช่องตัวของเพศเมีย และมีการผสมภายในตัว น้ำเชื้อของเพศผู้สามารถมีชีวิตอยู่ได้ 2-3 วัน กลุ่ม decapod เพศผู้จะใช้หนวดรวบหนวดของเพศเมียไว้ในลักษณะห้วงวนกัน จากนั้นจึงนำถุงน้ำเชื้อสอดเข้าไปในช่องตัวของเพศเมีย ไข่ที่ได้รับการผสมแล้วจะมีเปลือกหุ้ม หลังจากนั้นตัวเมียจะนำไข่ไปยึดติดไว้กับวัตถุต่างๆ จากรายงานของ Mangold, 1983

อ้างตาม เจตจินดา 2536 พบว่าปลาหมึกในเขตอบอุ่นมีการวางไข่เพียง 1 ครั้งในช่วงชีวิต แต่การวางไข่อาจมีช่วงหยุดเป็นระยะเวลานานหลายสัปดาห์ โดยไข่ของหมึกกระดองจะมีลักษณะคล้ายลูกองุ่นจุกแหลม ระยะเวลาในการฟักไข่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เจตจินดา (2536) ได้ทำการศึกษาชีววิทยาของปลาหมึกในเมืองไทยซึ่งเป็นเขตร้อน รายงานว่าสามารถพบไข่แก่ของปลาหมึกได้ตลอดทั้งปี ไข่ของปลาหมึกเมื่อฟักเป็นตัวจะมีรูปร่างคล้ายกับตัวเต็มวัย ไม่มี larval stage หรือ metamorphosis อาจเรียกลูกปลาหมึกที่เพิ่งออกจากไข่ว่า paralarva ปลาหมึกโดยทั่วไปมีวงจรชีวิตอยู่ในช่วง 1-2 ปี และในอ่าวไทยสามารถพบปลาหมึกวัยอ่อน ตัวเต็มวัย และไข่ ได้ในแหล่งต่างๆ กัน ปลาหมึกจัดเป็น active predator แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นอาหารของสัตว์น้ำขนาดใหญ่หลายชนิด เมื่อมีการจับสัตว์น้ำขนาดใหญ่ที่เป็น predators ของปลาหมึก ทำให้ปลาหมึกมีปริมาณที่มากขึ้นเนื่องจากไม่ถูกจับกิน

3. การแพร่กระจายของหมึกกระดอง

จากรายงานมาลา (2536) พบว่าหมึกกระดองในอ่าวไทยมีการแพร่กระจายทั่วไปตั้งแต่ระดับความลึก 5-50 เมตร หมึกกระดองชนิด *Sepia lycidas* เป็นหมึกกระดองที่พบเฉพาะทางใต้ ตั้งแต่จังหวัดชุมพรลงไป โดยพบในปริมาณน้อย หมึกกระดองลายเสือ *Sepia pharaonis* เป็นหมึกกระดองชนิดที่ใหญ่ที่สุด พบแพร่กระจายทั่วไป เช่นเดียวกับ *Sepia recurvirostra* ส่วนหมึกกระดองก้นไหม้ *Sepiella inermis* เป็นหมึกกระดองขนาดเล็ก พบใกล้ฝั่ง หรือตามปากแม่น้ำ (สมนึก และสมศรี, 2536)

หมึกกระดองบริเวณอ่าวไทยตอนบน มีรายงานว่าพบหมึกกระดองจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ *Sepia aculeata*, *Sepia recurvirostra*, *Sepiella inermis*, *Sepia pharaonis* และ *Sepia brevimana*, โดย 3 ชนิดแรกพบเป็นปริมาณมาก ส่วน 2 ชนิดหลังพบในปริมาณน้อย หมึกกระดองชนิด *Sepia aculeata* และ *Sepiella inermis* ส่วนใหญ่พบที่ระยะห่างฝั่ง 3-7 ไมล์ทะเล โดย *Sepia aculeata* พบในบริเวณระดับน้ำที่ลึกกว่า *Sepiella inermis* (10-15 เมตร และ 10-30 เมตร ตามลำดับ) ส่วน *Sepia recurvirostra* พบห่างจากฝั่งมากกว่า 7 ไมล์ทะเล และบริเวณที่มีความลึกน้ำ 20-40 เมตร (Jindalikit and Sereeruk, 2003)

4. ชีวิตวิทยาของหมึกกระดอง

หมึกกระดองชนิด *Sepia aculeata* กินอาหารจำพวก กุ้ง (crustaceans) ปลา และปลาหมึก เป็นอาหาร โดยพบ crustaceans อยู่ในกระเพาะของหมึกกระดองสูงถึงร้อยละ 66.9 ลูกหมึกกระดองลายเสือ (*Sepia pharaonis*) ใช้เวลาฟักออกจากไข่ 16 วัน มีความยาวแรกฟักเฉลี่ย 6.86 ± 0.27 มิลลิเมตร น้ำหนักแรกฟักเฉลี่ย 0.095 ± 0.007 กรัม ความสัมพันธ์ระหว่างอายุกับความยาวของหมึกกระดอง เป็นความสัมพันธ์แบบเส้นตรง $y = 6.946 + 0.594x$ และหากนำหมึกกระดองมาเลี้ยงในกระชัง ตั้งแต่แรกฟักจนอายุ 9 สัปดาห์ จะมีอัตราการรอดตายร้อยละ 63.32 มีความสัมพันธ์ระหว่าง ความยาวและน้ำหนักตัวเป็น $W = 0.2443L^{2.5593}$ (เจดจินดา, 2520; บุญชัย, 2527; จิราพร, 2546)

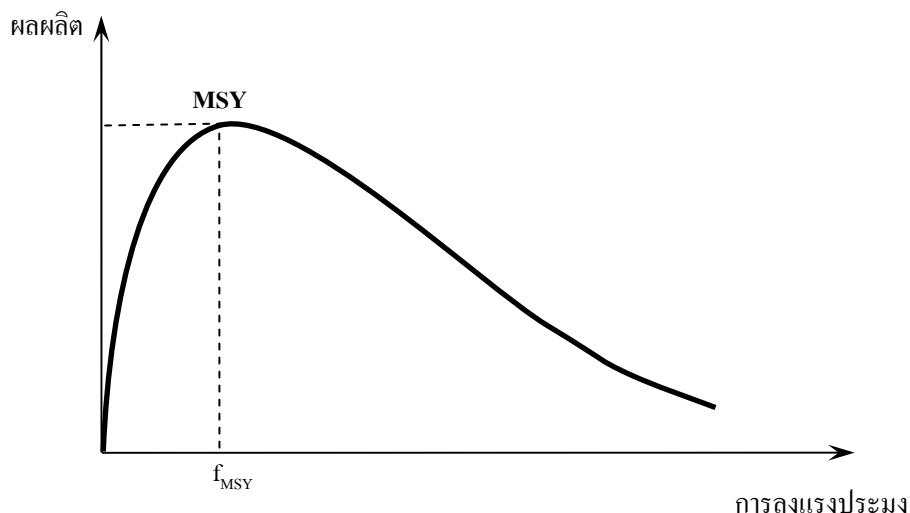
จากการศึกษาขึ้นความสมบูรณ์ของไข่หมึกกระดองชนิด *Sepia aculeata* พบว่ามีไข่ตลอดทั้งปี แต่มีฤดูวางไข่สูงในช่วงเดือน กันยายน-ตุลาคม หมึกกระดองก้นไหม้ *Sepiella inermis* มีฤดูวางไข่สูงในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน จากการศึกษาแหล่งวางไข่ของหมึกกระดองชนิดต่างๆ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน แหล่งวางไข่ของหมึกกระดอง *Sepia aculeata* พบมากที่ระยะห่างจากชายฝั่ง 3-7 ไมล์ทะเล และบริเวณที่มีความลึก 10-30 เมตร *Sepia recurvirostra* พบมากที่ระยะห่างจากชายฝั่งมากกว่า 7 ไมล์ทะเล และบริเวณที่มีความลึก 20-40 เมตร และ *Sepiella inermis* พบมากที่ระยะห่างจากชายฝั่ง 3 ไมล์ทะเล และบริเวณที่มีความลึก 10-15 เมตร (สมนึก และสมศรี, 2536; Jindalikit and Sereeruk, 2003)

การประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำ

1. หลักการประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำ

มาลา และเจริญ (2544) กล่าวว่า การประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำเป็นการแสวงหา ระดับการใช้ประโยชน์ที่เอื้ออำนวยให้ผลผลิตสูงสุดในเชิงน้ำหนักจากการทำการประมงในระยะยาว โดยมีวัตถุประสงค์พื้นฐานคือ เพื่อให้คำแนะนำการใช้ประโยชน์ทรัพยากรสัตว์น้ำอย่างเหมาะสม เนื่องจากทรัพยากรสัตว์น้ำเป็นทรัพยากรที่สามารถเพิ่มทดแทนได้ วัตถุประสงค์พื้นฐานของการประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำ เมื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างการลงแรงประมงและผลผลิตในเชิงน้ำหนักตามภาพที่ 2 จะเห็นว่าผลผลิตจะเพิ่มขึ้นจนถึงระดับผลผลิตสูงสุดเมื่อมีการเพิ่มการลงแรงประมงจนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งเมื่อเกินระดับนั้นแล้วการเพิ่มของทรัพยากรสัตว์น้ำจะทดแทน

ไม่ทันกับทรัพยากรที่ถูกจับไปโดยการประมงและการเพิ่มระดับของการใช้ประโยชน์เกินระดับดังกล่าวจะนำไปสู่การลดลงของผลผลิต

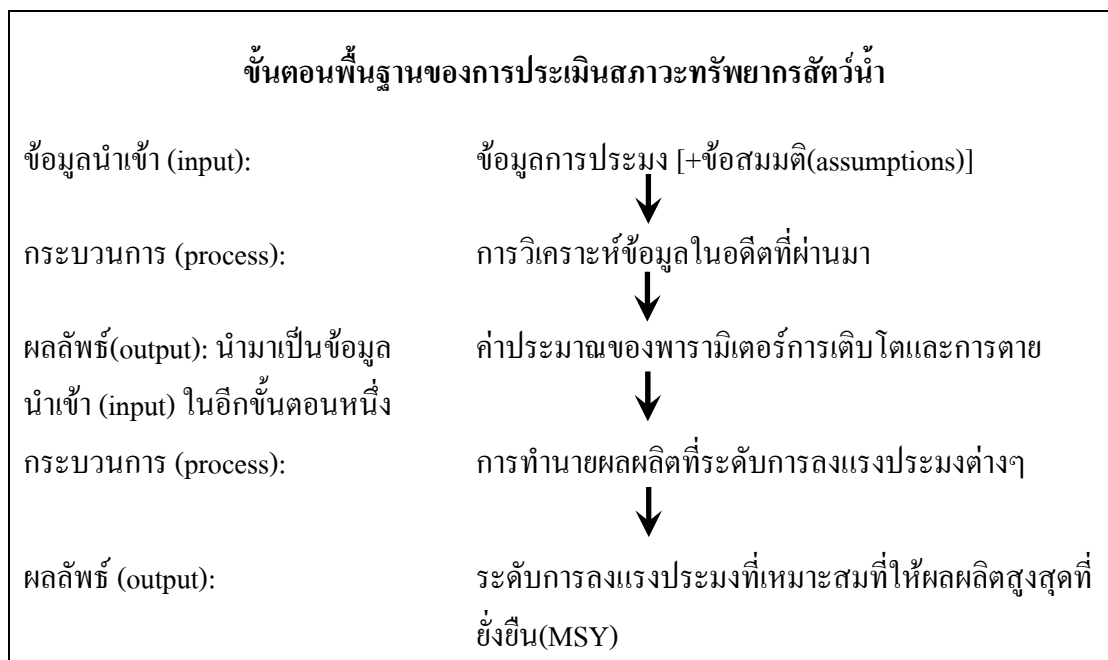


ภาพที่ 2 วัตถุประสงค์พื้นฐานของการประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำ
ที่มา: ดัดแปลงจาก มาลาและเจริญ (2544)

ระดับการลงแรงประมงที่ทำให้ “ผลผลิตสูงที่สุดที่ยั่งยืน” ใช้แทนด้วยสัญลักษณ์ “ f_{MSY} ” และผลผลิตสูงที่สุดที่ยั่งยืนนั้น แทนด้วยสัญลักษณ์ “MSY” ซึ่งเป็นตัวย่อของ “Maximum Sustainable Yield” คำว่า “ในระยะยาว” หมายถึงการที่เราสามารถจับสัตว์น้ำให้ได้ผลผลิตสูงสุดอย่างต่อเนื่องกันเป็นเวลาหลายปีเพราะหากตั้งเป้าให้ได้ผลผลิตสูงในปีหนึ่งปีใดแล้วมีการเพิ่มการลงแรงประมงโดยจับปลานในปีนั้นๆ หลังจากนั้นผลผลิตดังกล่าวจะลดต่ำลงเป็นเวลาหลายปีต่อเนื่องกันเนื่องจากสัตว์น้ำถูกจับมากเกินไปจนกว่าที่จะมีการทดแทนได้ทัน ดังนั้นจึงควรมียุทธศาสตร์ทางการประมงที่จะทำให้ได้ผลผลิตสูงหลายๆ ปีต่อเนื่องกันอย่างยั่งยืน (มาลา และเจริญ, 2544)

ในการประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำนั้นมีขั้นตอนพื้นฐาน 5 ขั้นตอน (ภาพที่ 3) ได้แก่ ขั้นแรกเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการประมงนำมาใช้เป็นข้อมูลนำเข้าเพื่อการประเมินผล โดยทั่วไปจะมีการตั้งข้อสมมติและการคาดคะเนที่ดีประกอบ จากนั้นจะเข้าสู่กระบวนการประมวลผลข้อมูลโดยใช้แบบจำลองเพื่อการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตและการตาย ซึ่งจะให้ผลลัพธ์จากกระบวนการประมวลผลข้อมูลในอดีต การทำนายในขั้นนี้จะใช้ผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 มาเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองและจะทำซ้ำอีกหลายครั้งตามข้อสมมติที่กำหนด (เช่น จะเกิดผลอย่างไรหากลดการลงแรงประมงลง 10% 20% และ 30% หรือไม่เปลี่ยนแปลงการลงแรงประมง หรือเพิ่ม

การลงแรงประมง 10% 20% และ 30%) จากการวิเคราะห์จะทำให้สามารถเลือกระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสมต่อทรัพยากรสัตว์น้ำได้ โดยข้อมูลนำเข้าอาจเป็นข้อมูลจากเรือสำรวจ หรือข้อมูลจากเรือประมงพาณิชย์ หรือจากทั้ง 2 แหล่งประกอบกัน (มาลา และเจริญ, 2544)



ภาพที่ 3 ลำดับขั้นในการประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำ
ที่มา: มาลาและเจริญ (2544)

2. การประมาณพารามิเตอร์การเติบโต

การศึกษาการเติบโต หมายถึงการประมาณขนาดตัวตามอายุ von Bertalanffy (1934) อ้างตาม มาลาและเจริญ (2544) ได้พัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้กับการเติบโตของสัตว์น้ำแต่ละตัว ซึ่งแบบจำลองนี้ให้ผลใกล้เคียงกับการเติบโตโดยการสังเกตจากสัตว์น้ำหลายชนิด ข้อกำหนดของแบบจำลองนี้อาศัยแนวคิดหลักที่ว่า “การเติบโตเป็นผลลัพธ์ของกระบวนการ อะนาโบลิซึม (anabolism) และคาตาโบลิซึม (catabolism) หรือถ้าอัตราอะนาโบลิซึมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพื้นที่ผิวในการดูดซึมอาหาร อัตราคาตาโบลิซึมเป็นสัดส่วนโดยตรงกับมวลสารหรือน้ำหนักตัวของสัตว์ และการเติบโตของสัตว์เป็นแบบไฮเพอร์เมตริกแล้ว สมการการเติบโตในรูปของความยาวและน้ำหนัก เป็นดังนี้ (ธนิชฐา, 2543; มาลา และเจริญ, 2544)

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-K(t-t_0)}] \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$W_t = W_\infty (1 - e^{-K(t-t_0)})^3 \quad \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ	L_t	= ความยาวของสัตว์น้ำที่อายุ t
	L_∞	= ความยาวอนันต์
	K	= ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต
	t	= อายุสัตว์น้ำ
	t_0	= อายุสัตว์น้ำเมื่อความยาวเป็นศูนย์
	W_t	= น้ำหนักของสัตว์น้ำที่อายุ t
	W_∞	= น้ำหนักของสัตว์น้ำที่ความยาวอนันต์

จากแบบจำลองการเติบโตของ von Bertalanffy สามารถประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตได้หลายวิธี เช่น การลงจุดแบบกัลแลนด์และโฮลท์ (Gulland and Holt's plot) การลงจุดแบบฟอร์ดและวอลฟอร์ด (Ford-Walford) และวิธีของแชพแมน (Chapman) (Ford, 1933 และ Walford, 1946 อ้างตาม มาลา และเจริญ, 2544) และการลงจุดแบบฟอนเบอร์ทาแลนฟี (von Bertalanffy's plot) (von Bertalanffy, 1934 อ้างตาม มาลา และเจริญ, 2544) แต่วิธีการลงจุดแบบกัลแลนด์และโฮลท์เป็นวิธีที่เป็นที่นิยมโดยมีผู้นำวิธีนี้มาใช้ในการประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตของสัตว์น้ำหลายชนิด เช่น การประมาณค่าพารามิเตอร์การเติบโตของกุ้งตะกาด (อัจฉรา, 2539 และอำนาจ, 2546) ปลาทุบแกก (จันทร์ทิพย์, 2546) ปลูม (อมราและอัจฉรา, 2545 และ Yunanda, 2004) เป็นต้น

การลงจุดแบบกัลแลนด์และโฮลท์ (Gulland and Holt's plot) จากสมการที่ (1) สามารถนำมาดัดแปลงได้เป็นสมการ (Gulland and Holt, 1959 อ้างตาม มาลา และเจริญ, 2544)

$$\frac{\Delta L}{\Delta t} = KL_\infty - K\bar{L}_t \quad \text{เมื่อ} \quad \bar{L}_t = \frac{L_{t+\Delta t} + L_t}{2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อ $\bar{L}_t$ เป็นตัวแปรอิสระ สมการ (3) จะเป็นสมการเส้นตรง จึงสามารถหา K และ L_∞ ได้จาก

$$K = -b \quad \text{และ} \quad L_\infty = -\frac{a}{b}$$

3. การประมาณค่า พารามิเตอร์การตาย

การตายเป็นปัจจัยที่ทำให้ปริมาณประชากรสัตว์น้ำลดลง ทั้งในแง่ของน้ำหนัก และจำนวน การตายสามารถแบ่งออกเป็น 2 สาเหตุใหญ่ คือ การตายโดยธรรมชาติ (natural mortality) และการตายเนื่องจากการประมง (fishing mortality) การตายเนื่องจากการประมงเป็นผลเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์ที่นำเอาทรัพยากรขึ้นมาใช้ประโยชน์ ส่วนการตายนอกจากสาเหตุทางการประมง เช่น การตายด้วยโรคระบาด มลภาวะ หมดอายุขัย ถูกกินเป็นอาหาร นับเป็นการตายโดยธรรมชาติทั้งสิ้น (ธนัญญา, 2543) ดังนี้

$$Z = F + M \quad \text{.....(4)}$$

เมื่อ

Z	=	สัมประสิทธิ์การตายรวม
F	=	สัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการประมง
M	=	สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายทั้ง 3 ค่าสามารถหาได้ด้วยวิธีการดังนี้

3.1 สัมประสิทธิ์การตายรวม ใช้วิธีวิเคราะห์เส้นตรงอย่างง่าย ตามวิธีของ Jones and van Zalinge (1981) ดังสมการ

$$\ln \sum n_i = \ln c + \left(\frac{Z}{K} \right) \ln(L_\infty - L_i) \quad \text{.....(5)}$$

เมื่อ

Z	=	สัมประสิทธิ์การตายรวม
$\sum n_i$	=	ความถี่สะสมของจำนวนสัตว์น้ำที่มีความยาว L_i ขึ้นไป
L_i	=	ความยาวล่าง (lower limit) ของอันตรภาคชั้นที่ i
$\ln c$	=	ค่าคงที่
L_∞	=	ความยาวอนันต์ของสัตว์น้ำ
$\frac{Z}{K}$	=	ค่าความชัน (b)

ดังนั้น

$$Z = Kb$$

3.2 สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) สำหรับการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาตินั้นสำหรับสัตว์น้ำในเขตร้อนสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเติบโตและอุณหภูมิของน้ำ ตามสมการ (Pauly, 1980)

$$\ln M = -0.0066 - 0.279 \ln L_{\infty} + 0.6543 \ln K + 0.4634 \ln T \quad \text{.....(6)}$$

เมื่อ	M	= สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ
	L_{∞}	= ความยาวอนันต์ของสัตว์น้ำ หรือความยาวสูงสุดจากการคำนวณ
	K	= สัมประสิทธิ์การเติบโต
	T	= อุณหภูมิผิวน้ำเฉลี่ยตลอดปีหน่วยเป็นเซลเซียส

3.3 สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) จากสมการที่ (4) สามารถดัดแปลงได้ว่า

$$F = Z - M \quad \text{.....(7)}$$

เมื่อ	F	= สัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการประมง
	Z	= สัมประสิทธิ์การตายรวม
	M	= สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ

4. แบบจำลองที่ใช้ในการประเมินสถานะทรัพยากร

แบบจำลองที่ใช้ในการประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำมี 2 แบบ คือ แบบจำลองเชิงวิเคราะห์ (analytical models) และแบบจำลองภาพรวม (holistic models) แบบจำลองภาพรวมจะเป็นแบบที่ง่ายใช้พารามิเตอร์ของประชากรน้อยกว่าแบบจำลองเชิงวิเคราะห์ โดยถือว่าทรัพยากรสัตว์น้ำกลุ่มนี้เป็นมวลชีวภาพที่ผสมกลมกลืนเป็นมวลเดียวกัน (homogeneous biomass) จึงไม่คำนึงถึงความแตกต่างในด้านโครงสร้างความยาว หรือโครงสร้างอายุในกลุ่มสัตว์น้ำนี้ ส่วนแบบจำลองเชิงวิเคราะห์นั้นต้องการรายละเอียดเกี่ยวกับประชากรในกลุ่มสัตว์น้ำมากขึ้น จึงต้องการข้อมูลเพิ่มขึ้นทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ แต่อีกนัยหนึ่งเชื่อว่าแบบจำลองเชิงวิเคราะห์น่าจะให้การทำนายที่น่าเชื่อถือกว่า (มาลา และเจริญ, 2544)

4.1 แบบจำลองเชิงวิเคราะห์

แบบจำลองเชิงวิเคราะห์นั้นได้มีการพัฒนาโดยนักวิจัยต่างๆ เช่น Thompson and Bell (1934) และ Beverton and Holt (1956) โดยเป็นแบบจำลองที่อาศัยข้อมูลโครงสร้างของอายุสัตว์น้ำที่จับได้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการคำนวณ โดยมีแนวคิดพื้นฐานดังนี้

1. ถ้ามีสัตว์น้ำอายุมากเป็นจำนวนน้อยมาก แสดงว่ากลุ่มสัตว์น้ำดังกล่าวถูกทำการประมงจนเกินกำลังการผลิต (overfished) แล้ว จึงควรลดการลงแรงประมงต่อกลุ่มสัตว์น้ำดังกล่าว
2. ถ้ามีสัตว์น้ำอายุมากเป็นจำนวนมาก แสดงว่ากลุ่มสัตว์น้ำดังกล่าวยังมีการทำการประมงน้อยอยู่ (underfished) และควรจับสัตว์น้ำจากกลุ่มดังกล่าวเพิ่มขึ้น

แบบจำลองเชิงวิเคราะห์เป็นแบบจำลองที่ใช้โครงสร้างของอายุหรือความยาวที่อาศัยแนวคิดเกี่ยวกับอัตราการตายและอัตราการเติบโตของสัตว์น้ำแต่ละตัวเป็นหลัก แนวคิดพื้นฐานของแบบจำลองนี้ที่สำคัญคือ “สัตว์น้ำหนึ่งรุ่น” โดยได้นิยามความหมายของรุ่นของสัตว์น้ำดังนี้ สัตว์น้ำหนึ่งรุ่น คือ กลุ่มของสัตว์น้ำที่เป็นชนิดพันธุ์เดียวกันที่มีอายุเท่ากัน ปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย ที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของประชากรสัตว์น้ำในรุ่นหนึ่งๆ นั้น คือ (1) มีการเติบโตโดยเฉลี่ยของร่างกายในรูปของความยาวและน้ำหนัก (2) มีกระบวนการตาย แบบจำลองเชิงวิเคราะห์สามารถแบ่งได้เป็นแบบจำลองที่มองเรื่องราวในอดีตและใช้ข้อมูลในอดีต เรียกว่า “การวิเคราะห์ประชากรเสมือน (Virtual Population Analysis: VPA) หรือ “การวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำ (Cohort Analysis) และวิธีการที่เกี่ยวข้องกับอนาคต เรียกว่า “วิธีการทำนาย” (Predictive Methods) หรือ “วิธีของ Thompson and Bell” (มาลา และเจริญ, 2544)

การวิเคราะห์ประชากรสัตว์น้ำด้วยวิธีการวิเคราะห์ประชากรเสมือนนั้น โดยพื้นฐานแล้ว คือ การวิเคราะห์ผลจับของการประมงพาณิชย์ที่ได้จากสถิติการประมงร่วมกับข้อมูลรายละเอียดของสัตว์น้ำแต่ละรุ่นในผลจับ คำว่า “Virtual Population” หมายถึง ประชากรกลุ่มหนึ่งที่ประเมินได้จากวิธีที่ใช้ข้อมูลผลจับทั้งหมดจริงและข้อสมมติระดับการตายโดยธรรมชาติ (M) และการตายโดยการประมงขั้นสุดท้าย (terminal fishing mortality) แนวคิดในวิธีนี้คือ การวิเคราะห์ในสิ่งที่เราสามารถวัดได้ คือผลจับ เพื่อนำมาคำนวณประชากรที่อยู่ในน้ำที่ให้ผลผลิตเป็นผลจับสัตว์น้ำดังกล่าว โดยสัตว์น้ำจากรุ่นหนึ่งในชั่วชีวิตที่ขึ้นท่าทั้งหมดเป็นค่าประมาณเบื้องต้นของจำนวนสัตว์น้ำทดแทนของรุ่นนั้น ซึ่งเป็นค่าประมาณที่ต่ำกว่าความเป็นจริง เนื่องจากสัตว์น้ำบางตัวตายไป

โดยธรรมชาติ ถ้าทราบค่า M จะสามารถคำนวณกลับเพื่อหาจำนวนสัตว์น้ำในรุ่นดังกล่าวที่ยังมีชีวิตอยู่ในแต่ละปีและท้ายที่สุดจะสามารถคำนวณจำนวนทดแทนของสัตว์น้ำนั้นได้ ขณะเดียวกันก็จะทราบค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) เพราะได้คำนวณจำนวนสัตว์น้ำที่มีชีวิตอยู่และทราบจำนวนสัตว์น้ำที่ถูกจับไปในแต่ละปีนั้นแล้วตั้งแต่ต้น ซึ่งวิธีการวิเคราะห์ประชากรเสมือนถือว่าเป็นงานที่สำคัญที่สุดของนักวิทยาศาสตร์การประมง (มาลา และเจริญ, 2544)

มาลา และเจริญ (2544) ได้กล่าวถึงแบบจำลองการทำนายว่าเป็นแบบจำลองที่ใช้ในการทำนายผลกระทบของการพัฒนาและมาตรการในการจัดการประมง เช่น การเพิ่มหรือลดจำนวนเรือประมง การเปลี่ยนแปลงขนาดตาอวน การปิดฤดูการทำประมง การปิดแหล่งประมง เป็นต้น ดังนั้นแบบจำลองการทำนายจึงเป็นตัวเชื่อมระหว่างกระบวนการประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำกับการจัดการประมง แบบจำลองการทำนายมีความสัมพันธ์กับราคาและมูลค่าของผลจับจึงเหมาะต่อการเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์เชิงชีวเศรษฐกิจ ในการทำนายผลผลิตในอนาคต ระดับมวลชีวภาพ และมูลค่าของผลจับ วัตถุประสงค์ของการใช้แบบจำลองการทำนายคือ ให้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบของการทำประมงทางชีววิทยาหรือเศรษฐกิจต่อกลุ่มสัตว์น้ำในการจัดการทรัพยากรประมง เพื่อที่ผู้จัดการประมงจะได้วางมาตรการที่นำไปสู่ระดับการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่ให้ผลผลิตสูงสุดอย่างยั่งยืน ซึ่งอาจจะเป็นทางด้านชีววิทยาหรือเศรษฐกิจได้โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อกลุ่มสัตว์น้ำอันจะเป็นผลกระทบต่อผลผลิตในอนาคต แบบจำลองการทำนายได้มีการพัฒนามาตั้งแต่ในช่วงทศวรรษที่ 30 โดย Thompson and Bell (Thompson and Bell, 1934) แต่เนื่องจากเป็นแบบจำลองที่มีการคำนวณค่อนข้างมากจึงไม่เป็นที่นิยม Beverton และ Holt (1957) จึงได้มีการพัฒนาแบบจำลองที่ง่ายกว่า ซึ่งเรียกว่า “แบบจำลองผลผลิตต่อหน่วยทดแทน” (Yield per Recruit model) แต่เมื่อมีการพัฒนาคอมพิวเตอร์ขึ้นทำให้แบบจำลองของ Thompson and Bell ได้ถูกนำมาใช้ในภูมิภาคที่มีการประมงใช้การวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำและการวิเคราะห์ประชากรเสมือน และแบบจำลองของ Beverton และ Holt ดูเหมือนจะไม่เป็นที่นิยมในอนาคต แบบจำลองง่ายๆ ที่ใช้อธิบายการประมงในกลุ่มสัตว์น้ำอยู่ในรูปแบบที่เรียกว่า “กล่องดำ” (black box) Ricker (1975) ได้นิยามไว้ว่า คือกลุ่มสัตว์น้ำที่นำมาใช้ประโยชน์ได้ (usable stock) ซึ่งคือน้ำหนักของสัตว์น้ำทุกตัวที่มีน้ำหนักมากกว่าสัตว์น้ำขนาดเล็กสุดที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ ส่วนที่เพิ่มเข้ามาในกลุ่มสัตว์น้ำที่นำมาใช้ประโยชน์คือน้ำหนักของสัตว์น้ำรุ่นใหม่ที่จะเข้ามาทดแทนและการเติบโตของสัตว์น้ำ ส่วนที่ทำให้กลุ่มสัตว์น้ำลดลงคือ การตายทั้งที่เกิดจากสาเหตุธรรมชาติและผลผลิตทางการประมง (น้ำหนักของผลจับ)(ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 การประมงกลุ่มสัตว์น้ำในรูปแบบของ “กล่องดำ”

ในกลุ่มสัตว์น้ำที่ไม่มีการทำประมง ผลรวมโดยเฉลี่ยของส่วนที่เพิ่มเข้ามาในกลุ่มสัตว์น้ำจะเท่ากับมวลชีวภาพที่ถูกนำออกไปจากกลุ่มสัตว์น้ำจากการตายโดยธรรมชาติ เมื่อประชากรสัตว์น้ำถูกจับก็จะเกิดผลกระทบต่ปัจจัยอื่นๆ ทั้งหมด เช่น มีอัตราการทดแทนสูงขึ้น การเติบโตเร็วขึ้น และการตายโดยธรรมชาติลดลง ทั้งนี้เนื่องจากการประมงสร้างที่ว่างสำหรับสัตว์น้ำทดแทนกลุ่มใหม่ โดยกำจัดสัตว์น้ำขนาดใหญ่ที่เติบโตช้าด้วยการแทนที่ของสัตว์น้ำขนาดเล็กที่เติบโตเร็วและกำจัดสัตว์น้ำก่อนที่จะตายเนื่องจากอายุมากหรือสาเหตุธรรมชาติอื่น ดังนั้นการประมงจึงมีผลกระทบในการกระตุ้นผลผลิตสัตว์น้ำ ตราบเท่าที่แรงกดดันจากการประมงมีไม่มากจนเกินไป เมื่อมีการทำการประมงเกินกำลังผลิต การเติบโตของสัตว์น้ำแต่ละตัวก็จะไม่สามารถทดแทนการตายโดยการประมงและเมื่อเหตุการณ์ดังกล่าวรุนแรงมากขึ้นก็จะมีผลกระทบต่อการทดแทนของสัตว์น้ำรุ่นใหม่ การทำการประมงเกินกำลังผลิตมี 2 ประเภท คือ “การทำการประมงเกินกำลังผลิตจนโตไม่ทัน” (growth overfishing) เกิดขึ้นเมื่อมีการลงแรงประมงสูงมากจนกระทั่งผลผลิตรวมลดลงตามการเพิ่มขึ้นของการลงแรงประมง สัตว์น้ำถูกจับก่อนที่จะสามารถเติบโตจนมีขนาดใหญ่พอที่จะมีส่วนทดแทนในมวลชีวภาพของกลุ่มสัตว์น้ำ และ “การทำการประมงเกินกำลังผลิตจนทดแทนไม่ทัน” (recruitment overfishing) เมื่อสมมติว่าระดับพ่อแม่พันธุ์สัตว์น้ำมีจำนวนน้อยจะมีความสัมพันธ์เชิงเส้นในทิศทางเดียวกับจำนวนสัตว์น้ำรุ่นลูกหรือสัตว์น้ำทดแทนภายใต้ภาวะปกติ ซึ่งความสัมพันธ์เชิงเส้นนี้จะไม่ชัดเจนแต่เมื่อปรากฏ จะหมายถึงจำนวนพ่อแม่พันธุ์ลดระดับลงต่ำมาก ซึ่งเรียกกรณีนี้ว่า เกิดการทำประมงเกินกำลังผลิตจนทดแทนไม่ทัน

4.2 แบบจำลองภาพรวม

ในภาวะที่มีข้อมูลจำกัด เช่นยังอยู่ในช่วงแรกเริ่มของการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรสัตว์น้ำ หรือในกรณีที่มีความสามารถจำกัดในการสุ่มตัวอย่าง ทำให้ข้อมูลไม่ดีพอสำหรับแบบจำลองเชิงวิเคราะห์ แต่มีความจำเป็นต้องให้คำแนะนำหรือสร้างกลยุทธ์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างเร่งด่วน วิธีการแบบจำลองภาพรวมจะทำให้สามารถแยกแยะข้อมูลข่าวสารเท่าที่มีอยู่มาใช้ให้เป็นประโยชน์ได้ ซึ่งวิธีการวิเคราะห์เช่นนี้ย่อมดีกว่าการคาดเดาถึงแม้จะไม่เท่าวิธีแบบจำลองเชิงวิเคราะห์ก็ตาม สองวิธีง่ายๆ ของแบบจำลองภาพรวม คือ วิธีการประเมินแบบพื้นที่ลากผ่าน (swept area method) และแบบจำลองผลผลิตส่วนเกิน (surplus production model) วิธีการประเมินแบบพื้นที่ลากผ่านเป็นวิธีที่ใช้เรืออวนลากสำรวจผลจับต่อพื้นที่ (น้ำหนักของสัตว์น้ำที่จับได้ในพื้นที่ที่ลากผ่าน) โดยสามารถคำนวณมวลชีวภาพในทะเลได้จากความหนาแน่นของสัตว์น้ำที่สังเกต แล้วนำค่าดังกล่าวมาประมาณค่าผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืน (MSY) ซึ่งวิธีการนี้ให้คำตอบที่ไม่แม่นยำ ส่วนแบบจำลองผลผลิตส่วนเกินเป็นวิธีที่ใช้ข้อมูลผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมง (เช่น น้ำหนักของสัตว์น้ำในหน่วยกิโลกรัมต่อการลากอวน 1 ชั่วโมง) ข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์มักเป็นข้อมูลหลายๆ ปีต่อเนื่องกันและเป็นข้อมูลจากการสุ่มตัวอย่างจากการประมงพาณิชย์ แบบจำลองที่ใช้มีข้อสมมติว่ามวลชีวภาพของสัตว์น้ำในทะเลเป็นสัดส่วนกับผลจับต่อหน่วยลงแรงประมง ดังนั้นจึงสามารถประมาณค่าผลผลิตได้จากผลคูณระหว่างการลงแรงประมงและผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมง (มาลา และเจริญ, 2544)

แบบจำลองผลผลิตส่วนเกินมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประมาณค่าระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสมซึ่งคือระดับการลงแรงประมงที่ก่อให้เกิดผลผลิตสูงสุดอย่างยาวนานโดยไม่มีผลต่อกำลังผลิตของกลุ่มสัตว์น้ำในระยะยาว หรือที่เรียกว่า “ผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืน” (Maximum Sustainable Yield: MSY) แบบจำลองภาพรวมนี้นั้นง่ายกว่าแบบจำลองเชิงวิเคราะห์มาก และใช้ข้อมูลในการนำมาวิเคราะห์น้อยกว่า คือไม่จำเป็นต้องพิจารณาหุ่นสัตว์น้ำและประมาณค่าอายุสัตว์น้ำนั้น ทำให้แบบจำลองนี้ได้รับความนิยมมากในการประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำในเขตร้อน เนื่องจากในเขตร้อนทรัพยากรมีความซับซ้อนมากกว่าในน่านน้ำเขตอบอุ่น และการอ่านอายุสัตว์น้ำจากการสะสมสารบนส่วนแข็งของร่างกายในแต่ละวันก็ทำได้ยากเนื่องจากความแตกต่างระหว่างฤดูกาลไม่ชัดเจน ทำให้ความแตกต่างระหว่างวงที่เกิดขึ้นในแต่ละฤดูกาลในแต่ละปีไม่ชัดเจน เราสามารถใช้แบบจำลองผลผลิตส่วนเกินนี้เมื่อมีข้อมูลผลผลิตสัตว์น้ำ (แยกตามชนิดสัตว์น้ำ) และการลงแรงประมงเป็นจำนวนหลายปีและการลงแรงประมงนั้นจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่เรากำลังพิจารณา (มาลา และเจริญ, 2544)

การที่แบบจำลองผลผลิตส่วนเกินง่ายต่อการวิเคราะห์เนื่องจากการตั้งข้อสมมติเกี่ยวกับพลวัตของประชากรสัตว์น้ำหลายข้อด้วยกันและมักเป็นข้อสมมติที่ไม่สมเหตุสมผล โดยมีข้อสมมติต่างๆ ดังนี้

ข้อสมมติของภาวะสมดุล: ในภาวะสมดุล ผลผลิตของมวลชีวภาพต่อหน่วยเวลาเท่ากับผลจับจากการประมง (ผลผลิตต่อหน่วยเวลา) บวกกับปริมาณสัตว์น้ำที่ตายโดยธรรมชาติ

ข้อสมมติเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์การจับ: สมมติให้สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงเป็นสัดส่วนกับการลงแรงประมง ข้อสมมตินี้มีข้อโต้แย้งในเรื่องของวิธีการวัดค่า f เช่น จำนวนวันต่อลำต่อปีเป็นอนุกรมเวลาหลายปี เป็นต้น

ข้อสมมติทางชีววิทยา: Ricker (1975) ได้อธิบายไว้ว่า

1. ณ จุดที่ใกล้ความหนาแน่นสูงสุดของสัตว์น้ำที่เป็นชนิดพันธุ์เดียวกัน ประสิทธิภาพของการสืบพันธุ์จะลดลงและจำนวนสัตว์น้ำทดแทนอย่างแท้จริงมักจะน้อยกว่าในที่ที่มีความหนาแน่นของกลุ่มสัตว์น้ำน้อยกว่า กรณีเช่นนี้ การลดจำนวนสัตว์น้ำในกลุ่มจะเป็นการเพิ่มการทดแทน

2. เมื่อมีปริมาณอาหารจำกัด ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนอาหารให้เป็นเนื้อของสัตว์น้ำในกลุ่มที่มีจำนวนสัตว์น้ำมากจะต่ำกว่ากลุ่มที่มีจำนวนสัตว์น้ำน้อยกว่า เนื่องจากในกลุ่มสัตว์น้ำที่มีสัตว์น้ำจำนวนมากนั้นสัตว์น้ำแต่ละตัวจะได้รับอาหารน้อยกว่า ทำให้อาหารส่วนใหญ่ถูกใช้เพียงเพื่อการดำรงชีพและเหลือเพียงส่วนน้อยสำหรับการเติบโต

3. กลุ่มสัตว์น้ำที่ยังนำมาใช้ประโยชน์น้อยจะมีจำนวนสัตว์น้ำอายุมากในเชิงสัมพัทธ์มากกว่ากลุ่มสัตว์น้ำที่ถูกทำการประมงแล้วซึ่งทำให้ผลผลิตลดลงนั้นเกิดจาก 2 เหตุผล คือ

(ก) สัตว์น้ำขนาดใหญ่มักจะกินอาหารขนาดใหญ่กว่า ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มขึ้นตอนในช่วงโซ่อาหารทำให้ลดประสิทธิภาพในการใช้อาหารในขั้นพื้นฐาน

(ข) สัตว์น้ำที่มีอายุมากเปลี่ยนสัดส่วนของอาหารที่กินเป็นเนื้อได้น้อยกว่าสัตว์ที่มีอายุน้อยกว่า ทั้งนี้เพราะสัตว์น้ำที่ถึงวัยเจริญพันธุ์แล้วในแต่ละปีจะใช้พลังงานส่วนใหญ่ในการสร้างไข่และอสุจิ

แบบจำลองที่นำมาใช้หาค่าผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืนเป็นแบบจำลองของ Schaefer และ Fox โดยการนำเข้าสู่ข้อมูลดังนี้ (มลา และเจริญ, 2544)

f_i = การลงแรงประมงในปีที่ i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$
 $\frac{Y}{f}$ = ผลผลิต (ผลผลิตในหน่วยน้ำหนัก) ต่อหน่วยการลงแรงประมง
 ในปีที่ i

$\frac{Y}{f}$ อาจคำนวณจากผลผลิต (Y_i) ของปีที่ i จากการประมงทั้งหมดและการลงแรงประมงในปีที่สอดคล้องกันนั้น (f_i) โดยที่

$$\frac{Y}{f} = \frac{Y_i}{f_i}; \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad \dots\dots\dots(8)$$

วิธีอย่างง่ายในการแสดงผลผลิตต่อหน่วยการลงแรงประมง $\left(\frac{Y}{f}\right)$ ที่เป็นฟังก์ชันของการลงแรงประมง (f) คือแบบจำลองเชิงเส้นที่เสนอโดย Schaefer (Schaefer, 1954) ดังสมการ

$$\frac{Y_i}{f_i} = a + bf_i \quad \text{ถ้า} \quad f_i \leq -\frac{a}{b} \quad \dots\dots\dots(9)$$

เราเรียกสมการดังกล่าวว่าแบบจำลองของ Schaefer (Schaefer Model) โดยความชัน (b) ต้องมีค่าเป็นลบ ถ้าผลผลิตต่อหน่วยลงแรงประมง $\left(\frac{Y}{f}\right)$ ลดลงเมื่อการลงแรงประมง (f) เพิ่มขึ้น จุดตัดบนแกน Y (a) คือ ค่าผลผลิตต่อหน่วยการลงแรงประมงที่ได้จากผลจับสัตว์น้ำกลุ่มดังกล่าวด้วยเรือประมงลำแรกที่เริ่มทำการประมง จุดตัด (a) จะมีค่าเป็นบวกเสมอ ดังนั้น $-\frac{a}{b}$ จึงมีค่าเป็นบวกด้วยเช่นกัน นอกจากนี้ $\left(\frac{Y}{f}\right)$ จะมีค่าเท่ากับศูนย์ เมื่อ $f = -\frac{a}{b}$ เนื่องจากค่าผลผลิตต่อหน่วยการลงแรงประมงไม่ควรมีค่าเป็นลบ ดังนั้นแบบจำลองนี้จึงใช้กับข้อมูลที่มีค่า f น้อยกว่า $-\frac{a}{b}$ เท่านั้น

นอกจากแบบจำลองของ Schaefer แล้วยังมีแบบจำลองที่เสนอโดย Fox (Fox, 1970) ซึ่งแบบจำลองจะมีลักษณะเป็นเส้นโค้งเมื่อลงจุดค่า $\left(\frac{Y}{f}\right)$ กับค่า f แต่เมื่อลงจุดค่า $\ln\left(\frac{Y}{f}\right)$ กับค่า f จะเป็นเส้นตรง ดังสมการ

$$\ln\left(\frac{Y_i}{f_i}\right) = c + df_i \quad \dots\dots\dots(10)$$

เรียกสมการดังกล่าวว่าแบบจำลองของ Fox (Fox Model) ซึ่งสามารถเขียนอยู่ในอีกรูปหนึ่งได้ดังนี้

$$\frac{Y_i}{f_i} = e^{c+df_i} \quad \dots\dots\dots(11)$$

แบบจำลองทั้งสองนี้เป็นไปตามข้อสมมติที่ว่า $\left(\frac{Y}{f}\right)$ ลดลงเมื่อการลงแรงประมงเพิ่มขึ้นแต่แตกต่างกันที่แบบจำลองของ Schaefer นั้นการลงแรงประมงที่ระดับ $f = -\frac{a}{b}$ จะให้ค่า $\left(\frac{Y}{f}\right) = 0$ ขณะที่แบบจำลองของ Fox $\left(\frac{Y}{f}\right)$ จะมีค่ามากกว่า 0 ในทุกระดับการลงแรงประมง

สมการที่ (9) และ (11) สามารถนำมาเขียนใหม่เพื่อแสดงค่าผลผลิตที่เป็นฟังก์ชันของการลงแรงประมงโดยคุณทั้งสองข้างของสมการด้วย (f_i)

$$\text{Schaefer} \quad Y_i = af_i + bf_i^2 \quad \text{ถ้า} \quad f_i \leq -\frac{a}{b} \quad \dots\dots\dots(12)$$

$$\text{หรือ } Y_i = 0 \quad \text{ถ้า} \quad f_i = -\frac{a}{b}$$

$$\text{Fox} \quad Y_i = f_i e^{c+df_i} \quad \dots\dots\dots(13)$$

สมการที่ (9) (Schaefer Model) เป็นสมการพาราโบลา ซึ่งมีค่าสูงสุดของ Y_i (MSY) ที่ระดับการลงแรงที่

$$f_{MSY} = -0.5 \frac{a}{b} \dots\dots\dots(14)$$

โดยมีผลผลิตที่สอดคล้องกันเท่ากับ

$$MSY = -0.25 \frac{a^2}{b} \dots\dots\dots(15)$$

สมการที่ (10) (Fox Model) เป็นสมการเส้นโค้งที่ไม่สมมาตร ดังนั้นเราจึงต้อง
คำนวณหาค่า MSY และ f_{MSY} โดยการหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของ Y ต่อ f และแก้สมการเพื่อ
หาค่า f และจากการแก้สมการ $\frac{dY}{df} = 0$ จะได้

$$f_{MSY} = -\frac{1}{d} \dots\dots\dots(16)$$

$$MSY = -\frac{1}{d} e^{c-1} \dots\dots\dots(17)$$

5. การประมาณค่าสัดส่วนการใช้ประโยชน์ทรัพยากร

Pauly (1984) ได้กล่าวถึงการประมาณค่าสัดส่วนการใช้ประโยชน์ในรูปของอัตราการตาย
ว่าสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$E = \frac{F}{F + M} = \frac{F}{Z} \dots\dots\dots(18)$$

เมื่อ	E	= สัดส่วนการใช้ประโยชน์
	F	= สัมประสิทธิ์การตายเนื่องจากการประมง
	M	= สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ
	Z	= สัมประสิทธิ์การตายรวม

โดยสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มสัตว์น้ำควรมีค่าเท่ากับอัตราการตายโดยธรรมชาติ (M) ดังนั้นสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมจึงมีค่าเท่ากับ 0.5 ซึ่งเป็นจุดที่มีการใช้ประโยชน์ กลุ่มสัตว์น้ำอยู่ที่ระดับศักยภาพการผลิต หากสัดส่วนการใช้ประโยชน์มีค่ามากกว่า 0.5 แสดงว่ามีการใช้ประโยชน์ของกลุ่มสัตว์น้ำนั้นๆ เกินศักยภาพการผลิต และหากสัดส่วนการใช้ประโยชน์มีค่าน้อยกว่า 0.5 แสดงว่ามีการใช้ประโยชน์ของกลุ่มสัตว์น้ำนั้นๆ ต่ำกว่าศักยภาพการผลิต

6. การวิเคราะห์ประชากรเสมือน (Virtual Population Analysis: VPA)

วิธีวิเคราะห์ประชากรเสมือนคือการนำข้อมูลในอดีตมาไข่มองเรื่องราวในอดีตอาจเรียกเป็นวิธีการวิเคราะห์ประชากรเสมือน (Virtual Population Analysis: VPA) หรือการวิเคราะห์ห้วงสัตว์น้ำ (cohort analysis) โดยแรกเริ่มนั้นการวิเคราะห์ประชากรเสมือนนั้นพัฒนาขึ้นจากการใช้ฐานข้อมูลอายุ (age-based cohort analysis) หรือ Pope's cohort analysis ดังสมการ (มาลา และเจริญ, 2544)

$$N_t = \left[\left(N_{t+\Delta t} e^{M \frac{\Delta t}{2}} \right) + C_{(t,t+\Delta t)} \right] e^{M \frac{\Delta t}{2}} \dots\dots\dots(19)$$

สำหรับในเขตร่อนซึ่งการควาอายุสัตว์น้ำเป็นเรื่องยุ่งยากดังนั้นจึงใช้วิธีวิเคราะห์ห้วงสัตว์น้ำจากฐานข้อมูลความยาว หรือวิธีการวิเคราะห์ห้วงสัตว์น้ำของโจนส์ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว (Jones' length-base cohort analysis) โดยการประยุกต์ใช้สมการการเติบโตของ von Bertalanffy ดังสมการ (มาลา และเจริญ, 2544)

$$t_{L1} = t_0 - \frac{1}{K} \ln \left[1 - \frac{L_1}{L_\infty} \right] \dots\dots\dots(20)$$

$$\Delta t = t_{L2} - t_{L1} = \frac{1}{K} \ln \left[\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right] \dots\dots\dots(21)$$

จากสมการที่ใช้ฐานข้อมูลอายุ สมการที่ (19) สามารถนำมาดัดแปลงเป็นสมการที่ใช้ฐานข้อมูลความยาวโดยมีเพียงค่า $e^{M \frac{\Delta t}{2}}$ เท่านั้นที่เปลี่ยนรูปไปโดยการแทนค่า Δt ในสมการที่ (21) ลงในสมการที่ (19) จะได้

$$e^{M \frac{\Delta t}{2}} = e^{\left[\frac{M}{2} \frac{1}{K} \ln \left(\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right) \right]} = e^{\left[\ln \left(\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right)^{\frac{M}{2K}} \right]} = \left[\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right]^{\frac{M}{2K}} \dots\dots\dots(22)$$

เพื่อความสะดวกจึงใช้สัญลักษณ์ต่างๆ แทนลงในสูตรดังนี้

$$\begin{aligned} N_{(L_1)} = N_{t(L_1)} &= \text{จำนวนสัตว์น้ำที่มีความยาว } L_1 \\ &= \text{จำนวนสัตว์น้ำที่มีอายุ } t_{(L_1)} \\ &\quad (\text{บางครั้งเรียกว่าจำนวนที่รอดชีวิต}) \\ N_{(L_2)} = N_{t(L_1+\Delta t)} &= \text{จำนวนสัตว์น้ำที่มีความยาว } L_2 \\ &= \text{จำนวนสัตว์น้ำที่มีอายุ } t_{(L_2)} (= t_{(L_1)} + \Delta t) \\ C_{(L_1, L_2)} = C_{(t, t+\Delta t)} &= \text{จำนวนสัตว์น้ำที่ถูกจับในช่วงความยาว } L_1 \text{ ถึง } L_2 \\ &= \text{จำนวนสัตว์น้ำที่ถูกจับมีอายุระหว่าง } t_{(L_1)} \text{ ถึง } t_{(L_2)} \\ H_{(L_1, L_2)} = \left[\frac{L_\infty - L_1}{L_\infty - L_2} \right]^{\frac{M}{2K}} &= \text{สัดส่วนของ } N_{(L_1)} \text{ ที่รอดชีวิตโดยธรรมชาติ ระหว่างเวลา } t_{(L_1)} \\ &\quad \text{ถึง } t_{L_1} + \frac{\Delta t}{2} \end{aligned}$$

ดังนั้นเราจึงสามารถเขียนสมการใหม่โดยใช้สัญลักษณ์ของฐานข้อมูลความยาว ดังนี้

$$N_{(L_1)} = \left[(N_{(L_2)} H_{(L_1, L_2)}) + (C_{(L_1, L_2)} H_{(L_1, L_2)}) \right] \dots\dots\dots(23)$$

การคำนวณจะเริ่มต้นจากกลุ่มความยาวสุดท้ายและใช้สมการผลจับฐานข้อมูลความยาว

ดังนี้

$$C_{(L_1, L_2)} = N_{L_1} \frac{F}{Z} [1 - e^{-Z\Delta t}] \dots\dots\dots(24)$$

และใช้การประมาณค่า F จากสมการ

$$F_{(L_1, L_2)} = M \frac{\left[\frac{F_{(L_1, L_2)}}{Z_{(L_1, L_2)}} \right]}{\left[1 - \frac{F_{(L_1, L_2)}}{Z_{(L_1, L_2)}} \right]} \dots\dots\dots(25)$$

โดยที่ $\frac{F}{Z}$ เป็นอัตราการนำมาใช้ประโยชน์ ซึ่งมีที่มาจาก

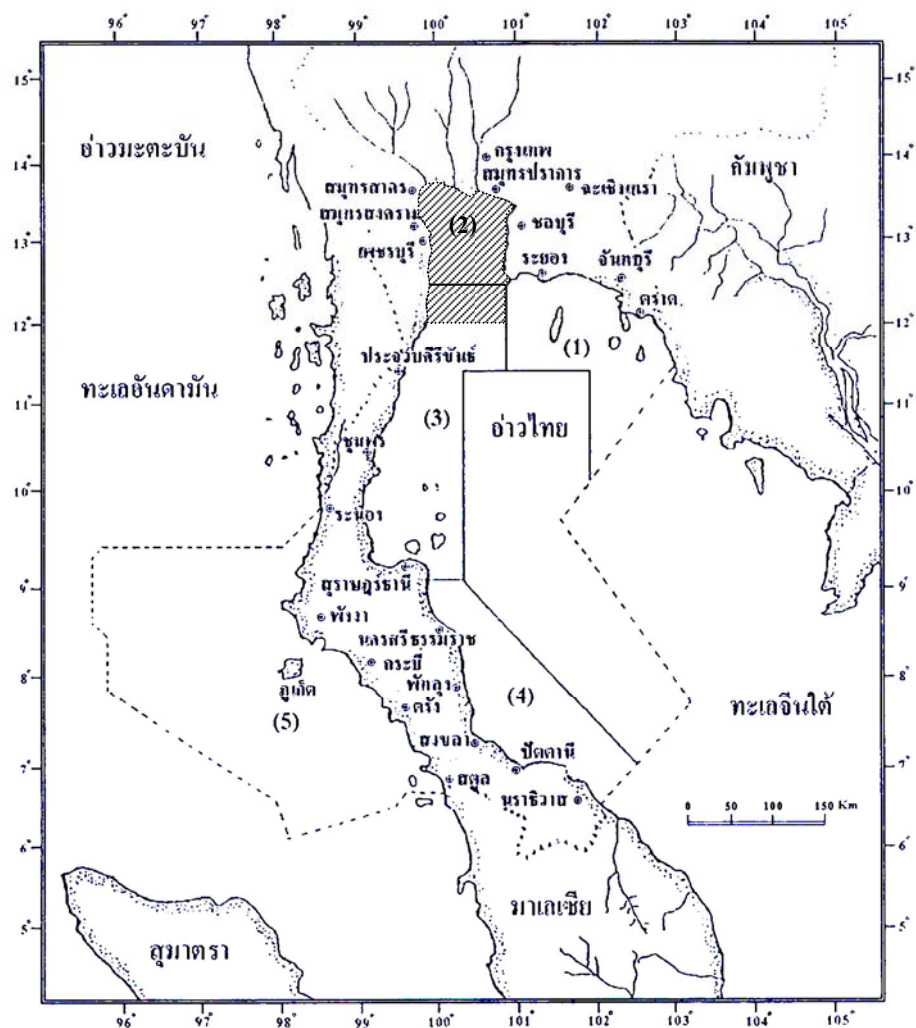
$$E = \frac{F_{(L1,L2)}}{Z_{(L1,L2)}} = \frac{C_{(L1,L2)}}{N_{L1} - N_{L2}} \dots\dots\dots(26)$$

สถานะการประมงหมึกกระดองบริเวณอ่าวไทย

1. ลักษณะทั่วไปของอ่าวไทยและอ่าวไทยตอนบน

อ่าวไทยเป็นพื้นที่ที่มีความยาวชายฝั่ง 1,870 กิโลเมตร ด้านตะวันตกเฉียงเหนือติดกับทะเลจีนใต้ ส่วนที่กว้างที่สุดของอ่าวมีความกว้างประมาณ 555 กิโลเมตร ปากอ่าวมีความกว้างประมาณ 370 กิโลเมตร ครอบคลุมเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 350,000 ตารางกิโลเมตร สภาพทั่วไปค่อนข้างตื้นโดยมีความลึกเฉลี่ย 45 เมตร ส่วนที่ลึกที่สุดมีความลึกประมาณ 80 เมตร การหมุนเวียนของน้ำในอ่าวไทยเกิดจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง น้ำบริเวณผิวน้ำน้ำจะมีการเคลื่อนที่ในทิศทางตามเข็มนาฬิกาในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหรือในช่วงปลายปี และน้ำบริเวณผิวน้ำน้ำจะมีการเคลื่อนที่ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้หรือในช่วงต้นปี (Inkong, 2002; Juntarashote, 2002)

อ่าวไทยมีจังหวัดชายทะเลทั้งหมด 18 จังหวัด ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 เขต ตามการรวบรวมข้อมูลทางสถิติของกรมประมง (กรมประมง, 2542ข) ได้แก่ เขต 1 บริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก เขต 2 บริเวณอ่าวไทยตอนบน เขต 3 เขตอ่าวไทยตอนกลาง และเขต 4 บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง สำหรับงานวิจัยนี้จะครอบคลุมพื้นที่บริเวณอ่าวไทยตอนบนของ 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ฉะเชิงเทรา กรุงเทพฯ สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี และจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (บางส่วน) (ภาพที่ 5)

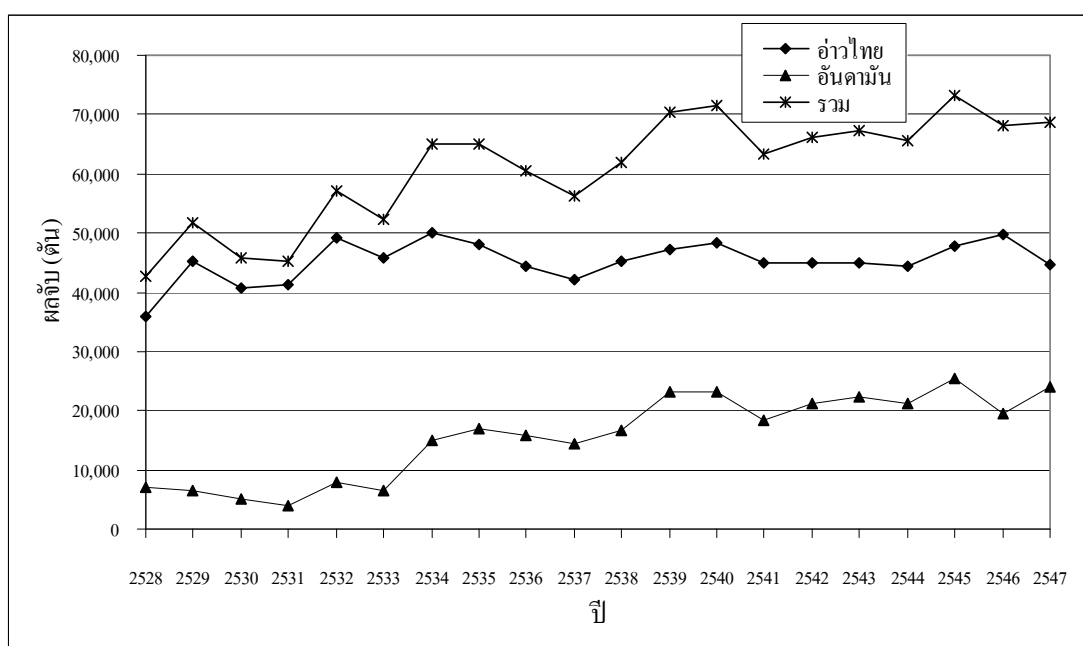


ภาพที่ 5 การแบ่งเขตประมงของประเทศไทย

ที่มา: กรมประมง (2542ข)

2. สถานะการประมงหมึกกระดองบริเวณอ่าวไทย

เครื่องมือประมงหลักที่สามารถจับหมึกกระดองได้มากได้แก่ เครื่องมือประเภทอวนลาก อวนรุน ส่วนเครื่องมือประเภทยอหมึก และเรือไคหมึกจับหมึกกระดองได้ในปริมาณที่น้อยเมื่อเทียบกับผลจับหมึกทั้งหมด โดยเครื่องมือประเภทอวนลากจะจับได้องค์ประกอบของหมึกกระดองมากกว่าปลาหมึกชนิดอื่น (มาลา, 2536) จากสถิติการจับหมึกกระดองตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 ถึง พ.ศ. 2547 (ภาพที่ 6) จะเห็นว่าผลจับหมึกรวมทั้งอ่าวไทยและทะเลอันดามันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการพัฒนาเทคโนโลยีในการจับที่ทันสมัย และปริมาณเรือที่เพิ่มมากขึ้น จากสถิติเรือประมงใน พ.ศ. 2513 มีเรืออวนลากแผ่นตะเฆ่จำนวน 2,210 ลำ เรืออวนลากคู่จำนวน 42 ลำ (กรมประมง, 2515) ในระยะเวลา 32 ปี จำนวนเรือดังกล่าวเพิ่มขึ้นเป็น 4,952 ลำ และ 1,544 ลำ ในปี พ.ศ. 2545 ตามลำดับ (กรมประมง, 2547) กล่าวคือมีเรืออวนลากแผ่นตะเฆ่เพิ่มขึ้น 2.2 เท่า และเรืออวนลากคู่เพิ่มขึ้น 36.8 เท่าจากปี พ.ศ. 2513 ดังนั้นหากเทียบผลจับต่อลำจะเห็นได้ว่าอัตราการจับหมึกกระดองลดลงอย่างมาก และจากภาพดังกล่าวจะเห็นว่าในอ่าวไทยมีปริมาณผลจับหมึกสูงกว่าในทะเลอันดามันมากกว่า 20,000 ตัน



ภาพที่ 6 ผลจับหมึกกระดองรวมทั้งในอ่าวไทยและทะเลอันดามันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528-2541

ที่มา: กรมประมง (2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2528ก, 2538ข, 2538ค, 2541ข, 2542ข, 2543ข, 2544ข, 2545, 2546ค, 2547ง, 2547จ, 2548ข, 2549ข)

ผลผลิตปลาหมึกในประเทศ จากสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2547 คิดเป็นร้อยละ 3.3 ของปริมาณสัตว์น้ำทะเลทั้งหมด คือเท่ากับ 163,505 ตัน จากสัตว์น้ำทะเลทั้งหมด 2,635,900 ตัน ซึ่งแบ่งออกเป็นผลผลิตสัตว์น้ำจำพวกปลาร้อยละ 93.5 ปลาหมึก กุ้งทะเลและปู หอยและสัตว์น้ำอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 3.3, 2.4, และ 0.8 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าผลผลิตปลาหมึกมีอยู่ในปริมาณที่มากเป็นอันดับสอง

จากปริมาณปลาหมึกทั้งประเทศยังสามารถแบ่งออกเป็นปลาหมึกที่จับได้ในอ่าวไทย 111,808 ตัน โดยมีปริมาณการจับหมึกชนิดต่าง ๆ ดังนี้ หมึกกล้วย 56,856 ตัน หมึกกระดอง 44,724 ตัน หมึกสาย 10,228 ตัน คิดเป็นมูลค่า 6,687.2 ล้านบาท หรือร้อยละ 68.4 ของผลผลิตปลาหมึกทั้งประเทศ และปลาหมึกที่จับได้จากฝั่งอันดามัน 51,697 ตัน โดยมีปริมาณการจับปลาหมึกชนิดต่าง ๆ ดังนี้ หมึกกล้วย 16,738 ตัน หมึกกระดอง 23,931 ตัน และหมึกสาย 11,028 ตัน คิดเป็นมูลค่า 3,014.6 ล้านบาท หรือร้อยละ 31.6 ของผลผลิตปลาหมึกทั้งประเทศ (กรมประมง, 2549ก)

ในส่วนของอ่าวไทยหากแบ่งออกเป็นปลาหมึกจากบริเวณอ่าวไทยตอนบนจะมีปริมาณสูงถึง 49,693.4 ตัน คิดเป็นผลผลิตร้อยละ 30.4 ของผลผลิตปลาหมึกทั้งประเทศ แสดงถึงศักยภาพในการผลิตสัตว์น้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบน ซึ่งมีเนื้อที่ครอบคลุม 8 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดชลบุรี ระยอง จันทบุรี ตราด สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี และบางส่วนของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (อำเภอหัวหินและอำเภอปราณบุรี)

มาลา (2536) ศึกษาสภาวะการทำการประมงปลาหมึกในอ่าวไทย พบว่าหมึกกระดองในอ่าวไทยระหว่าง พ.ศ. 2514-2534 มีผลจับอยู่ในระหว่าง 12,000 -50,000 ตันต่อปี สูงสุดในปี 2534 เท่ากับ 50,077 ตัน แต่พบว่า MSY ของหมึกกระดองในอ่าวไทยมีค่าเท่ากับ 35,000 และ 32,000 ตัน ตามวิธีประเมินของ Schaefer และ Fox ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผลการจับนั้นสูงเกินกำลังผลิตในธรรมชาติ นอกจากนี้ ฐาตุล (2545) ได้ทำการศึกษาศักยภาพการสัตว์น้ำจากเรือสำรวจอวนลากแผ่นตะเฆ่บริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2542 โดยทำการสำรวจเดือนเว้นเดือน ในท้องที่จังหวัดชลบุรี สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ โดยเรือสำรวจประมง 2 และประมง 4 รวมทั้งสิ้น 121 ครั้ง มีอัตราการจับเฉลี่ย 12.46 กิโลกรัมต่อชั่วโมง คิดเป็นความหนาแน่นของประชากร 115.01 กิโลกรัมต่อตารางกิโลเมตร มีอัตราการจับ ปลาหมึกเฉลี่ยสูงสุดเมื่อเทียบกับสัตว์น้ำชนิดอื่น โดยมีอัตราการจับเท่ากับ 5.89 กิโลกรัมต่อชั่วโมง มีองค์ประกอบหลักเป็นหมึกกล้วย 5.57 กิโลกรัมต่อชั่วโมง หมึกกระดอง 0.19 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และหมึกสาย 0.13 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

3. ปัญหาในการทำประมงหมึกกระดอง

เนื่องจากจำนวนเรือที่เพิ่มมากขึ้นจนเกินกว่ากำลังผลิตของทรัพยากรในธรรมชาติจะเพียงพอให้ชาวประมงทำการประมง การทำการประมงปลาหมึกในปัจจุบันจึงประสบปัญหาที่สำคัญ 2 ประการคือ 1) ปัญหาเกี่ยวกับตัวทรัพยากร คือ มีจำนวนทรัพยากรปลาหมึกที่ลดน้อยลง 2) ปัญหาข้อขัดแย้งของชาวประมงอันเกิดจากการทำการประมงด้วยเครื่องมือต่างชนิดกัน ในแหล่งทำการประมงเดียวกัน ในที่นี้คือปัญหาระหว่างลอบหมึกกับอวนลาก (มาลา, 2536)

วิชาญ (2544) ได้กล่าวถึงปัญหาการประมงทะเลของไทยที่เกิดจากการพัฒนาการประมง 3 ประการ คือ 1) ปัญหาจำนวนเรือที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องมาจากการประกาศเขตเศรษฐกิจจำเพาะตามกฎหมายทะเลฉบับใหม่ทำให้เรือประมงขนาดกลาง และขนาดใหญ่ต้องกลับเข้ามาทำประมงในเขตทะเลไทย เนื่องจากสูญเสียพื้นที่ทำการประมงที่ถูกประกาศเป็นเขตเศรษฐกิจจำเพาะของประเทศเพื่อนบ้าน 2) ปัญหาด้านทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น ต้นทุนที่สำคัญคือ น้ำมันดีเซลที่มีราคาสูงขึ้นมาก อีกทั้งอุปกรณ์การประมงอื่นๆ ก็มีราคาสูงขึ้นเช่นกัน 3) ปัญหาราคาสินค้าสัตว์น้ำมีราคาต่ำและไม่แน่นอน เนื่องมาจากกลไกของตลาด

การจัดการทรัพยากร

1. ความสำคัญของการจัดการทรัพยากร

การจัดการทั่วไป (management) หมายถึง การดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งคำว่า “การดำเนินการ” นั้นรวมถึงการจัดหา การเก็บรักษา ซ่อมแซม การใช้อย่างประหยัด อีกทั้งการสงวน เพื่อให้สิ่งที่ดำเนินการนั้นบรรลุเป้าหมายตามที่ตั้งเอาไว้ และสามารถให้ผลยั่งยืนต่อมวลมนุษยและธรรมชาติ (เกษม, 2547)

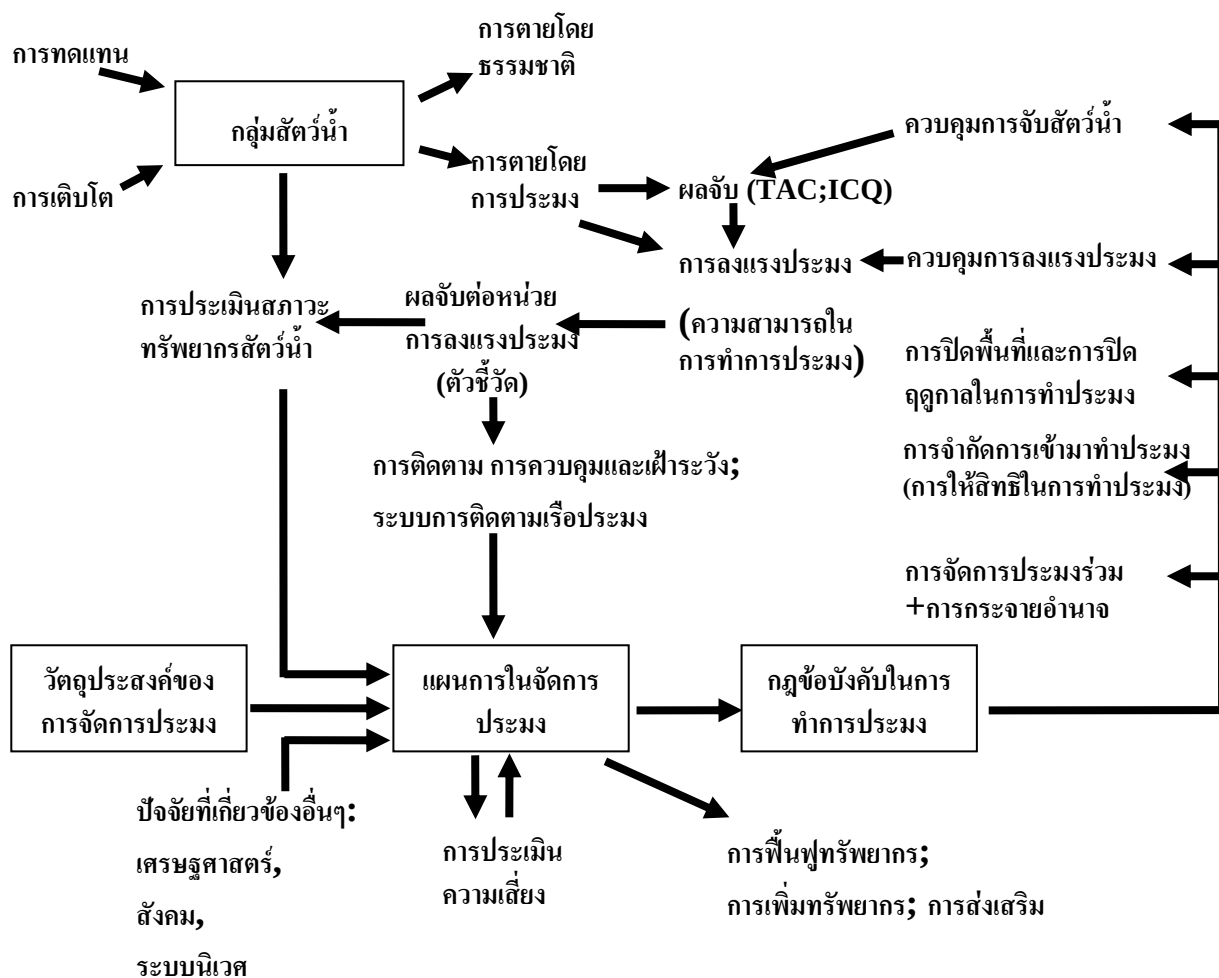
การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ เป็นการดำเนินการอย่างมีประสิทธิภาพและชาญฉลาด ในการนำเอาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเป็นธรรมต่อมวลมนุษยและสิ่งแวดล้อม โดยคำนึงถึงความสมดุลของระบบนิเวศ เพื่อให้มนุษย์มีทรัพยากรใช้อย่างยั่งยืนต่อเนื่องตลอดไป (สุโขทัยธรรมาธิราช มหาวิทยาลัย[มธช], 2547)

การจัดการทรัพยากรประมง นั้นมีหลักการในการจัดการตามหลักการอนุรักษ์ ดังนี้ (มสธ, 2547)

1. การใช้ประโยชน์ เป็นการจับและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรประมงทะเลและทรัพยากรประมงน้ำจืดอย่างสมเหตุสมผลทั้งการจับเพื่อบริโภคภายในครัวเรือน และจำหน่ายภายในประเทศ และต่างประเทศ หากมีปริมาณมากเกินไปความต้องการบริโภคในขณะนั้นควรนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำเพื่อให้ใช้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า
2. การฟื้นฟู โดยทำการฟื้นฟูบริเวณแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ มีการปล่อยพันธุ์สัตว์น้ำเพิ่มในแหล่งน้ำธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่สร้างขึ้น เช่น เขื่อน อ่างเก็บน้ำ เป็นต้น
3. การเก็บกักและการสงวน โดยให้มีมาตรการห้ามทำการประมงในบางฤดูที่สัตว์น้ำมีการวางไข่ เพื่อรักษาพันธุ์สัตว์น้ำ
4. การรักษา ช่อมแซม เน้นการรักษาสภาพแวดล้อม โดยห้ามทำลายป่าต้นน้ำ ป่าชายเลน ที่เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ
5. การพัฒนา เป็นการทำให้ทรัพยากรประมงมีคุณภาพดีขึ้นและมีปริมาณมากขึ้น โดยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งสัตว์น้ำกร่อยและสัตว์น้ำจืด
6. การป้องกัน เป็นการป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรประมง เช่น ควบคุมการปล่อยน้ำเสีย หรือของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือมีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ เป็นต้น
7. การแบ่งเขต เป็นการแบ่งเขตกิจกรรมในการทำประมง โดยแบ่งเป็นเขตอนุรักษ์ กำหนดจุดห้ามทำประมง และการกำหนดช่วงฤดูการผสมพันธุ์และการวางไข่ เป็นต้น

Sattersdal (1984) อ้างตาม Cadima (2002) ได้นิยามความหมายของการจัดการประมงว่า คือการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรในทางที่ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อให้ได้ผลประโยชน์สูงสุดต่อชุมชน โดยประโยชน์สูงสุดเช่น มีผลจับสูง มีราคาสูง มีรายได้สูง มีการจ้างงาน เป็นต้น

Supongpan (2005) กล่าวถึงการจัดการประมงว่าเกี่ยวกับการจัดการคน ไม่ใช่เพียงการจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำแต่หมายรวมถึงการอนุรักษ์ การมีเหตุมีผล และผลประโยชน์ของคนในชุมชน โดยการจัดการประมงที่จะประสบผลสำเร็จนั้นต้องมีวัตถุประสงค์และแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจน และต้องตั้งอยู่บนข้อมูลสนับสนุนที่ดีพอในทุกๆ ด้าน เช่น ด้านชีววิทยา ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านสังคม เป็นต้น (ภาพที่ 7) และต้องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารกันระหว่างผู้บริหาร นักวิจัย และชาวประมง เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจในการวางแผน และเมื่ออยู่ระหว่างการดำเนินการต้องนำผลการดำเนินการมาปรับปรุงแผนการจัดการที่มีอยู่ตลอดการดำเนินการ



ภาพที่ 7 วัตถุประสงค์และแผนการจัดการประมง

ที่มา: แปลจาก Supongpan (2005)

2. มาตรการการจัดการทรัพยากรหมึกกระดองในปัจจุบัน

ในปัจจุบันมีกฎหมายบางฉบับที่ใช้สำหรับควบคุมการทำการประมงปลาหมึกในอ่าวไทยตอนบน ได้แก่

1. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ลงวันที่ 20 กรกฎาคม พ.ศ. 2515 เรื่อง กำหนดเขตห้ามใช้เครื่องมืออวนลากและอวนรุนที่ใช้กับเรือยนต์ทำการประมง โดยห้ามเครื่องมืออวนลากและอวนรุน ทุกชนิดทุกขนาดที่ใช้เครื่องยนต์เข้ามาทำการประมงภายในเขต 3,000 เมตร ในท้องที่จังหวัดชายทะเลทุกจังหวัด
2. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ลงวันที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2515 เรื่อง กำหนดห้ามใช้อวนหรือเครื่องมือชนิดหนึ่งชนิดใดสำหรับทำการประมงปลาหมึกโดยใช้ไฟฟ้าล่อ โดยห้ามเครื่องมืออวนหรือเครื่องมือชนิดอื่นที่มีขนาดช่องตาเล็กกว่า 3.2 เซนติเมตร ประกอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (เครื่องปั่นไฟ) ทำการประมงปลาหมึกในท้องที่จังหวัดชายทะเลทุกจังหวัด
3. ประกาศจังหวัดชลบุรี ลงวันที่ 23 มีนาคม พ.ศ. 2543 เรื่อง กำหนดห้ามใช้เครื่องมืออวนลากคานถ่างหรืออวนลากแขกที่ใช้ประกอบกับเรือยนต์ทำการประมงในท้องที่จังหวัดชลบุรี (กรมประมง, 2546ก)

แต่อย่างไรก็ตามยังมีมาตรการในการแก้ปัญหาอีกหลายวิธีที่ยังไม่ถูกนำมาใช้ในการจัดการทรัพยากรหมึกกระดองโดยตรง

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องชั่งขนาด 500 กรัม
2. เครื่องชั่งขนาด 7 กิโลกรัม
3. กระดานวัดความยาว (measuring board)
4. กระดาษวัดความยาว (punch paper)
5. เครื่องคอมพิวเตอร์ และ โปรแกรมสำเร็จรูป FiSAT

วิธีการ

ข้อมูลที่นำมาศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. ข้อมูลจากเรือสำรวจกรมประมง

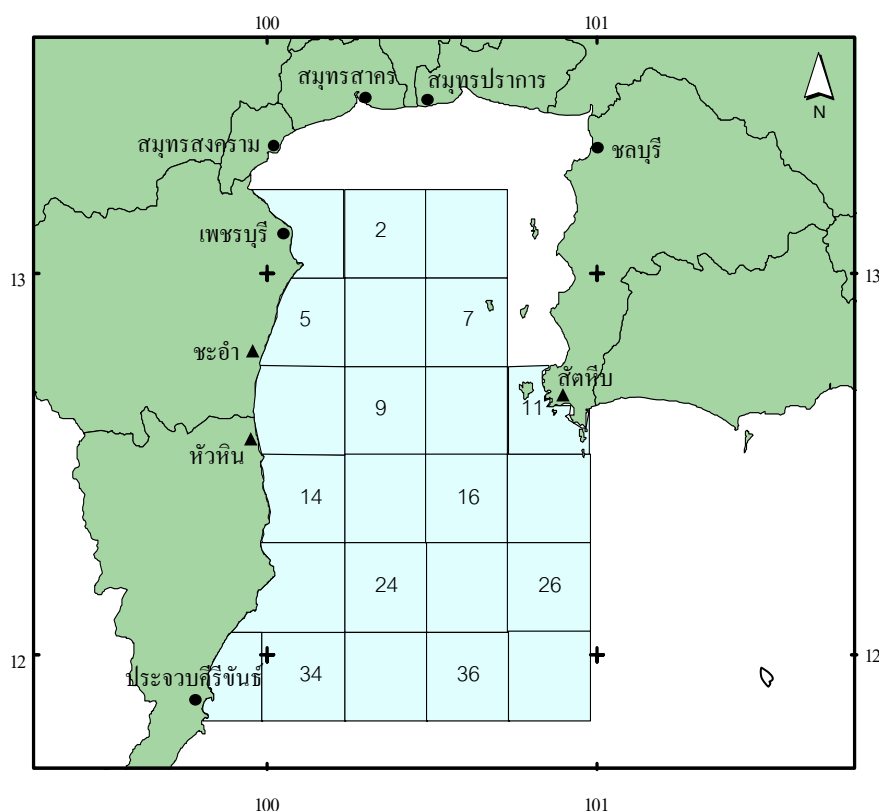
รวบรวมข้อมูลการแพร่กระจายของหมึกกระดองบริเวณอ่าวไทยตอนบน จากข้อมูลการสำรวจด้วยเรือสำรวจประมง 2 ของกลุ่มงานสำรวจและวิเคราะห์สถานะทรัพยากรและการประมง ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน กรมประมง ซึ่งเรือดังกล่าวเป็นเรืออวนลากแผ่นตะเฆ่ มีขนาดตาอวนก้นถุง 40 มิลลิเมตร คลุมด้วยอวนคลุมถุงขนาดตาอวน 25 มิลลิเมตร ทำการสำรวจโดยการลากอวนในพื้นที่อ่าวไทยตอนบนที่แบ่งออกเป็นช่องกริดจำนวน 24 ช่อง แต่ละช่องมีขนาด 15×15 ไมล์ทะเล หรือเท่ากับ 27.78×27.78 กิโลเมตร (1 ไมล์ทะเล = 1.852 กิโลเมตร) ยกเว้นพื้นที่ซึ่งติดชายฝั่งที่มีลักษณะเว้าจะมีค่าใกล้เคียงค่าดังกล่าว วิธีการสำรวจทำการสำรวจ 1 ช่อง เว้น 1 ช่อง รวมสำรวจ 11 สถานี ตามภาพที่ 8 และใช้เวลาในการลากอวน 1 ชั่วโมง ในแต่ละสถานี

2. ข้อมูลจากเรือประมงพาณิชย์

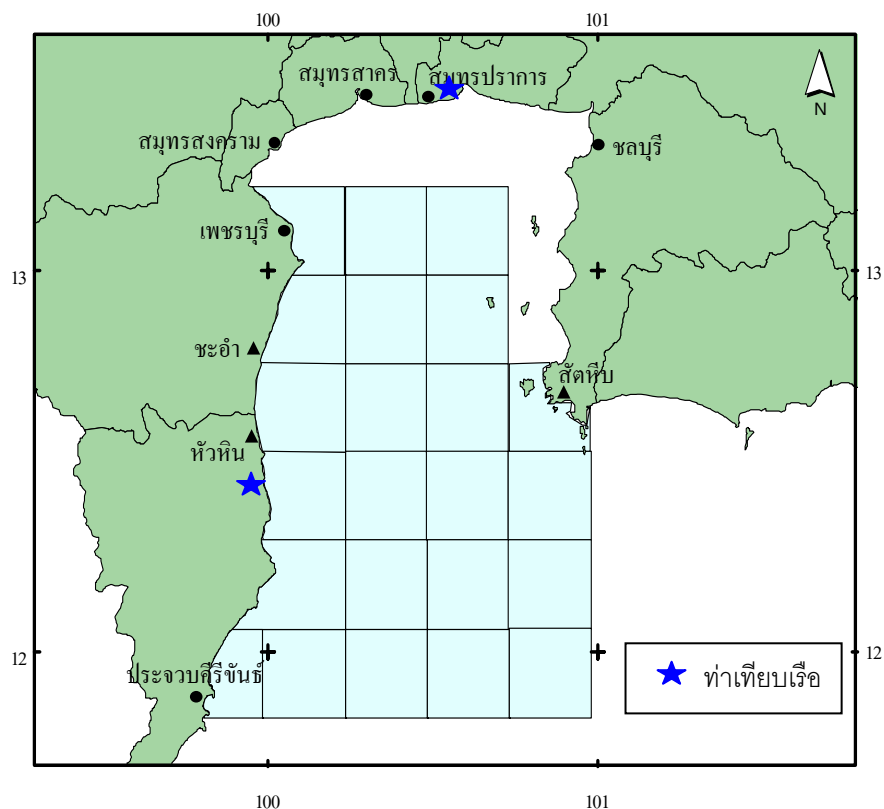
นำข้อมูลการประมงหมึกกระดองของเรือประมงพาณิชย์จากการสำรวจของกลุ่มงานสำรวจและวิเคราะห์สถานะทรัพยากรและการประมง ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยตอนบน กรมประมง ซึ่งสำรวจการทำประมงหมึกกระดองจากท่าเทียบเรือประมงพาณิชย์บริเวณอ่าวไทยตอนบนจำนวน 2 ท่าเทียบเรือได้แก่ท่าเทียบเรือคลองด่าน จังหวัดสมุทรปราการ และท่าเทียบเรือ

ปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ภาพที่ 9) ออกเก็บข้อมูลเดือนละ 1 ครั้ง ในแต่ละครั้งจะสุ่มตัวอย่างหมีกระดองจากเรือที่นำสัตว์น้ำมาขึ้นท่าในวันนั้น โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (simple random sampling method) นำหมีกระดองที่สุ่มมาแยกชนิด จากนั้นจึงทำการวัดขนาดความยาวของแมนเทิล (mantle length; ML) ด้วยกระดาษเคลือบแข็ง ซึ่งเป็นวิธีการแจกแจงความถี่มีความละเอียดในระดับเซนติเมตร และชั่งน้ำหนักรวมในแต่ละชนิดมีความละเอียดในระดับกรัม (ภาพที่ 10) จัดบันทึกปริมาณหมีกระดองที่จับได้ และราคาหมีกระดองแยกตามขนาด โดยมีราคาในหน่วย บาทต่อกิโลกรัม และสัมภาษณ์ชาวประมงถึงปริมาณการลงแรงประมง และแหล่งในการทำการประมง

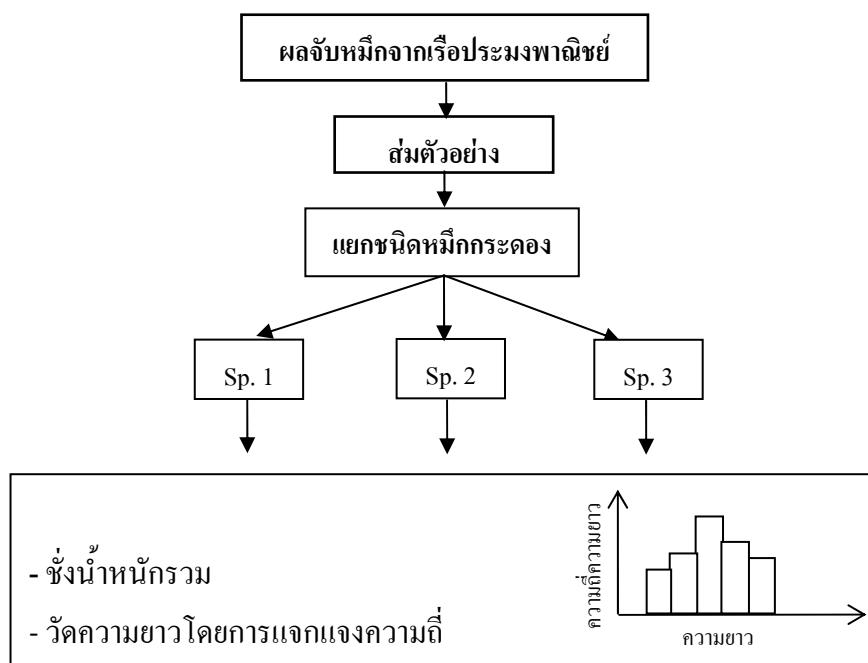
3. ข้อมูลทุติยภูมิจากสถิติแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2538 ถึง พ.ศ. 2547 ได้แก่ข้อมูลผลจับหมีกระดองแยกตามชนิดเครื่องมือ ข้อมูลการลงแรงประมงแต่ละเครื่องมือ ในเขตการประมงที่ 2 และบางส่วนของเขตการประมงที่ 3



ภาพที่ 8 สถานีการสำรวจทรัพยากรสัตว์น้ำในบริเวณอ่าวไทยตอนบนโดยเรือสำรวจประมง 2

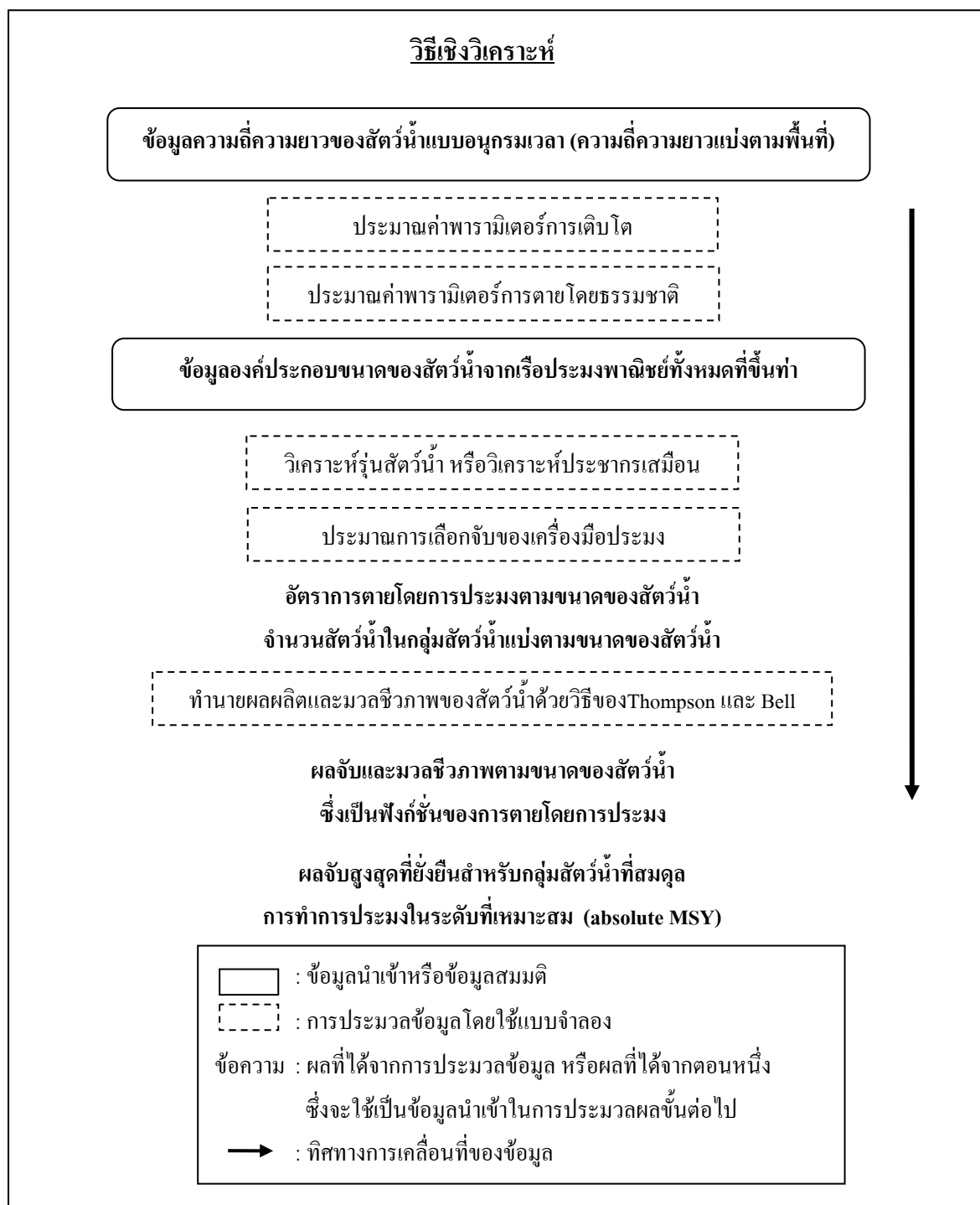


ภาพที่ 9 ท่าเทียบเรือประมงพาณิชย์ที่ทำการเก็บข้อมูลการประมงในหมึกกระดองบริเวณ
อ่าวไทยตอนบน



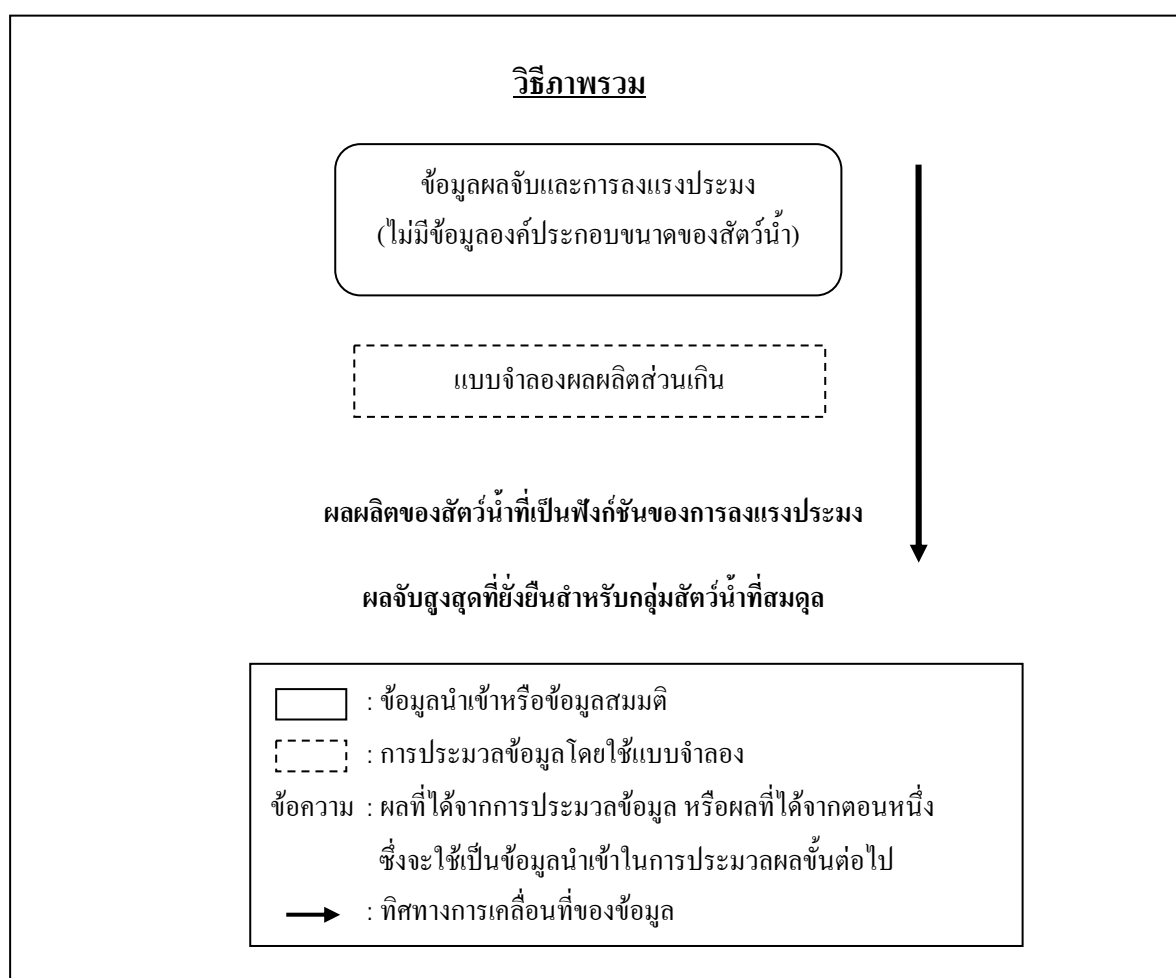
ภาพที่ 10 แผนภูมิแสดงลำดับขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างหมึกกระดองจากเรือประมงพาณิชย์ที่สุ่มตัวอย่าง

ข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างจากเรือประมงพาณิชย์จะนำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีเชิงวิเคราะห์ (analytical methods) โดยมีลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ลำดับขั้นตอนการประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำโดยวิธีเชิงวิเคราะห์
ที่มา: ดัดแปลงจาก มาลา และเจริญ (2544)

ข้อมูลปริมาณการจับหมีกระตองจากเรือวนลากแผ่นตะเฒ่ เรือวนลากคู่ และเรือวนรุน ในเขตการประมงที่ 2 และบางส่วนของเขตการประมงที่ 3 (ภาพที่ 5) จากข้อมูลสถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2538-2547 และสถิติสุ่มตัวอย่าง พ.ศ. 2538-2547 นำมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีภาพรวม (holistic methods) ด้วยวิธีแบบจำลองผลผลิตส่วนเกิน (surplus production models) โดยมีลำดับขั้นตอนดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 ลำดับขั้นตอนการประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำโดยวิธีภาพรวม
ที่มา: ดัดแปลงจาก มาลา และเจริญ (2544)

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาการแพร่กระจายของหมึกกระดองบริเวณอ่าวไทยตอนบนทำโดยนำข้อมูลจากการสำรวจทรัพยากรสัตว์น้ำบริเวณอ่าวไทยตอนบนด้วยเรือสำรวจประมง 2 ใน พ.ศ. 2547 และ พ.ศ. 2548 ซึ่งเป็นข้อมูลผลจับ (กิโลกรัม) ต่อหน่วยการลงแรงประมง (ชั่วโมง) โดยที่จำนวนสัตว์น้ำที่จับได้ต่อชั่วโมงของการลากอวน จะเป็นสัดส่วนกับจำนวนสัตว์น้ำที่อยู่ในทะเล ซึ่งสามารถแสดงได้ด้วยสมการ (มาลา และเจริญ, 2544)

$$CPUE = qN_t$$

เมื่อ $CPUE$ = ผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมง
 q = สัมประสิทธิ์การจับ
 N_t = จำนวนสัตว์น้ำที่อยู่ในทะเล ณ เวลา t

$$\frac{C}{f} = q\bar{N}$$

เมื่อ C = ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้ (กิโลกรัม)
 f = การลงแรงประมง (ชั่วโมง)

$$C = F\bar{N} \dots\dots\dots(27)$$

เมื่อ F = สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง และ $F = qf$

ในการวิเคราะห์การลงแรงประมงที่เหมาะสมสำหรับจับหมึกกระดองบริเวณอ่าวไทยตอนบน การวิเคราะห์ MSY, MEY และขนาดตาอวนที่เหมาะสม มีลำดับการวิเคราะห์ดังนี้

1. ปรับข้อมูลด้วยปัจจัยปรับค่า (raising factor)

ข้อมูลความถี่ความยาวของสัตว์น้ำต้องทำการปรับค่าผลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างให้เป็นผลจับทั้งหมดของเรือประมงก่อนนำค่าที่ได้มาประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) สัมประสิทธิ์การตายจากการประมง (f) โอกาสในการถูกจับ (P) การวิเคราะห์ประชากรเสมือน (VPA) การวิเคราะห์

แบบจำลองการทำนายของ Thompson and Bell โดยมีวิธีการคำนวณค่าประมาณของจำนวนสัตว์น้ำที่จับได้ทั้งหมดดังนี้ (มาลา และเจริญ, 2544)

$$Cm = \frac{Wm}{wm} cm \quad \dots\dots\dots(28)$$

เมื่อ Cm = จำนวนสัตว์น้ำทั้งหมดที่จับได้
 cm = จำนวนสัตว์น้ำในตัวอย่าง
 Wm = น้ำหนักสัตว์น้ำทั้งหมดที่จับได้
 wm = น้ำหนักสัตว์น้ำในตัวอย่าง

2. การวิเคราะห์หาโอกาสที่ถูกจับ (probability of capture: P)

นำข้อมูลการแจกแจงความถี่ตามความยาวของผลจับหมีกกระดองในรอบปีจากเครื่องมือต่างๆ มาวิเคราะห์หาโอกาสที่ถูกจับ โดยวิธีการประมาณการเลือกจับของอวนลาก (มาลา และเจริญ, 2544) ดังสมการ

$$S_L = \frac{1}{1 + e^{(S_1 - S_2 L)}} \quad \dots\dots\dots(29)$$

สมการดังกล่าวสามารถเขียนเป็นสมการเส้นตรงได้ดังนี้

$$\ln\left(\frac{1}{S_L} - 1\right) = S_1 - S_2 L \quad \dots\dots\dots(30)$$

เมื่อ S_L = $\frac{\text{จำนวนสัตว์น้ำที่มีความยาว } L \text{ ในอวนก้นถุง}}{\text{จำนวนสัตว์น้ำที่มีความยาว } L \text{ ในอวนก้นถุงและอวนครอบก้นถุง}}$
 L = ความยาวกึ่งกลางอันตรภาคชั้น
 S_1 = ค่าคงที่ ($S_1 = a$)
 S_2 = ค่าคงที่ ($S_2 = b$)

จากสมการ (30) สามารถนำมาคำนวณหาค่า $L_{25\%}$, $L_{50\%}$ และ $L_{75\%}$ ได้ดังนี้

$$L_{25\%} = \frac{(S_1 - \ln 3)}{S_2} \quad \dots\dots\dots(31)$$

$$L_{50\%} = \frac{S_1}{S_2} \dots\dots\dots(32)$$

$$L_{75\%} = \frac{(S_1 + \ln 3)}{S_2} \dots\dots\dots(33)$$

เมื่อ $L_{25\%}$ = ความยาวของสัตว์น้ำที่ 25% ของจำนวนสัตว์น้ำที่เข้าไปในเครื่องมือ
ประมงแล้วถูกกักไว้
 $L_{50\%}$ = ความยาวของสัตว์น้ำที่ 50% ของจำนวนสัตว์น้ำที่เข้าไปในเครื่องมือ
ประมงแล้วถูกกักไว้ หรือเรียกว่า ความยาวแรกจับ (L_c)
 $L_{75\%}$ = ความยาวของสัตว์น้ำที่ 75% ของจำนวนสัตว์น้ำที่เข้าไปในเครื่องมือ
ประมงแล้วถูกกักไว้

S_1 และ S_2 คำนวณได้จาก $L_{75\%}$ และ $L_{50\%}$ โดยใช้สูตร

$$S_1 = \frac{L_{50\%} \ln 3}{L_{75\%} - L_{50\%}} \dots\dots\dots(34)$$

$$S_2 = \frac{\ln 3}{L_{75\%} - L_{50\%}} = \frac{S_1}{L_{50\%}} \dots\dots\dots(35)$$

3. ขนาดตาอวนที่เหมาะสมของเรือประมงอวนลากที่จับหมึกกระดอง

เนื่องจากโอกาสที่สัตว์น้ำจะรอดผ่านตาอวนขึ้นอยู่กับรูปร่างของสัตว์น้ำ ดังนั้นปัจจัยในการเลือกจับของเครื่องมืออวนลาก จึงเป็นสัดส่วนระหว่างความยาวของตัวสัตว์น้ำที่ถูกกักไว้ 50% กับขนาดตาอวนดังสมการ (มาลา และเจริญ, 2544)

$$SF = \frac{L_{50\%}}{m.s.} \dots\dots\dots(36)$$

เมื่อ $L_{50\%}$ = ความยาวของสัตว์น้ำที่ 50% ของจำนวนสัตว์น้ำที่เข้าไปในเครื่องมือ
ประมงแล้วถูกกักไว้ หรือเรียกว่า ความยาวแรกจับ (L_c)
 SF = ปัจจัยการเลือกจับ
 $m.s.$ = ขนาดตาอวน

จากสมการที่ (36) สามารถนำมาหาขนาดตาอวนที่เหมาะสมในการทำการประมงหมึกกระดอง ที่มีขนาดความยาวแรกสืบพันธุ์ (first size maturity) ดังนี้

$$m.s. = \frac{L_m}{SF} \dots\dots\dots(37)$$

เมื่อ $m.s.$ = ขนาดตาอวนที่เหมาะสม
 L_m = ความยาวแรกสืบพันธุ์
 SF = ปัจจัยการเลือกจับ

4. ค่าพารามิเตอร์การเติบโต

นำข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวในแต่ละเดือนมาจำแนกกลุ่มอายุโดยการหาค่าความยาวเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละฐานนิยมของกลุ่มอายุนั้นๆ ตามวิธีของ Bhattacharya (Bhattacharya, 1967 อ้างตาม มาลาและเจริญ, 2544) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป FAO-ICLARM Stock Assessment Tools (FiSAT) นำความยาวเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มอายุที่วิเคราะห์ได้กับเวลาที่สุ่มตัวอย่างของกลุ่มอายุนั้นๆ มาสร้างแผนภาพการกระจาย (scatter diagram) ติดตามการเจริญเติบโตโดยการเชื่อมโยงแนวเส้นโค้งการเจริญเติบโตของค่าความยาวเฉลี่ย แล้วนำมาวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ของการเติบโตตามหลักแบบจำลองการเติบโตของ von Bertalanffy (1934) อ้างตาม มาลา และเจริญ (2544) ด้วยวิธีการลงจุดของ Gulland and Holt ตามสมการที่ (3)

5. ค่าพารามิเตอร์การตาย

ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) ด้วยวิธีวิเคราะห์เส้นตรงอย่างง่าย ด้วยวิธีของ Jones and Zalinge (1981) ตามสมการที่ (5) ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) สำหรับสัตว์น้ำในเขตร้อนโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเติบโตและอุณหภูมิของน้ำ ด้วยวิธีของ Pauly (1980) ตามสมการที่ (6) ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) จากสมการที่ (7)

6. การวิเคราะห์ประชากรเสมือน (Virtual Population Analysis: VPA)

วิธีวิเคราะห์ประชากรเสมือนโดยใช้วิธีการวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำของ Jones ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว (Jones' length-base cohort analysis) ซึ่งเหมาะสมกับสัตว์น้ำในเขตร้อน

7. สัดส่วนการใช้ประโยชน์ (Exploitation Ratio: E)

สามารถคำนวณสัดส่วนการใช้ประโยชน์ได้จากสมการที่ (18) ตามวิธีของ Pauly (1984)

8. แบบจำลองการทำนายผลผลิตของ Thompson and Bell ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว

ทำนายผลผลิตในอนาคตของกลุ่มสัตว์น้ำโดยใช้แบบจำลองการทำนายผลผลิตของ Thompson and Bell ที่ใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์รุ่นสัตว์น้ำที่ใช้ โดยดัดแปลงสมการที่ (23) และ สมการที่ (26) ได้เป็น (มาลา และเจริญ, 2544)

$$N_{(L_2)} = N_{(L_1)} \frac{\frac{1}{H_{(L_1,L_2)}} - \frac{F_{(L_1,L_2)}}{Z_{(L_1,L_2)}}}{\frac{1}{H_{(L_1,L_2)}} - \frac{F_{(L_1,L_2)}}{Z_{(L_1,L_2)}}} \dots\dots\dots(38)$$

และสามารถหาผลผลิต มูลค่า และมวลชีวภาพเฉลี่ยคูณ Δt ตามกลุ่มความยาวได้จาก สมการ ต่อไปนี้

$$Y_{(L_1,L_2)} = C_{(L_1,L_2)} \bar{w}_{(L_1,L_2)} \dots\dots\dots(39)$$

$$V_{(L_1,L_2)} = Y_{(L_1,L_2)} \bar{v}_{(L_1,L_2)} \dots\dots\dots(40)$$

$$\begin{aligned} \bar{B}_{(L_1,L_2)} \Delta t_{(L_1,L_2)} &= \bar{N}_{(L_1,L_2)} \Delta t_{(L_1,L_2)} \bar{w}_{(L_1,L_2)} \dots\dots\dots(41) \\ \text{เมื่อ } \bar{w} &= \text{น้ำหนักเฉลี่ยของสัตว์น้ำตามกลุ่มความยาวมีหน่วยเป็นกิโลกรัม} \\ \bar{v} &= \text{ราคาต่อกิโลกรัมเฉลี่ยของสัตว์น้ำที่มีความยาวระหว่าง } L_1 \text{ และ } L_2 \\ &\text{และมีผลผลิต และมูลค่ารายปี ของทุกกลุ่มความยาวดังนี้}\end{aligned}$$

$$Y = \sum y_i \dots\dots\dots(42)$$

$$V = \sum v_i \dots\dots\dots(43)$$

ผลผลิต มวลชีวภาพ และมูลค่า ที่ได้จากการทำการประมงที่กำหนดให้ F-factor เท่ากับ 1 จะหมายถึง สถานภาพการลงแรงประมงในปีที่นำมาคำนวณ เมื่อจะทำนายผลผลิตทางการประมงที่มีการลงแรงประมง น้อยกว่าในปีที่นำมาคำนวณ ทำได้โดยการกำหนด F-factor ให้มีค่าน้อยกว่า 1 หรือหากจะทำนายผลผลิต ทางการประมงที่มีการลงแรงประมงมากกว่าในปีที่นำมาคำนวณ ทำได้โดยการกำหนด F-factor ให้มีค่ามากกว่า 1 นำค่าผลรวมของผลผลิต มวลชีวภาพต่อหน่วยเวลา และมูลค่า ที่ค่า F-factor ต่างๆ มาเขียนกราฟ จากกราฟจุด ที่มีผลผลิตสูงสุดคือจุด MSY และจุดที่มีมูลค่าสูงสุด คือจุดที่เรียกว่า MEY โดยค่า F-factor X จำนวนได้จาก

$$F - factorX = F_L - currentX \quad \dots\dots\dots(44)$$

เมื่อ $F - factorX$ = สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงใหม่
 $F_L - current$ = สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงเดิม
 X = ค่าปัจจัยที่ปรับค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง

9. การประมาณค่าผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืนโดยใช้แบบจำลองผลผลิตส่วนเกิน

9.1 การปรับมาตรฐานของการลงแรงประมง

จากการทำการประมงสัตว์น้ำชนิดเดียวกันด้วยเครื่องมือประมงต่างประเภทกัน จำเป็นต้อง มีการปรับค่าของการลงแรงประมงเพื่อให้สามารถเทียบเคียงกันได้ โดยหน่วยการลงแรงประมงของ เครื่องมือแต่ละประเภทจะถูกเปลี่ยนให้เป็นผลจับต่อหน่วยลงแรงประมงก่อนจากนั้นจึงเปลี่ยนให้เป็น ผลจับต่อหน่วยลงแรงประมงสัมพัทธ์ (relative CPUE) ก่อนนำข้อมูลดังกล่าวไปทำนายผลผลิตใน อนาคต ในที่นี้จะประยุกต์ใช้วิธีที่คณะทำงานเรื่อง North Sea Round Fish ของ ICES (ICES, 1980) อ้าง ตามมาลา และเจริญ (2544) โดยวิธีดังกล่าวมีการนิยามผลจับต่อหน่วยลงแรงประมงสัมพัทธ์ ดังนี้

$$R_i(y) = \frac{CPUE_i(y)}{\overline{CPUE}_i(y_1, y_2)} \quad \dots\dots\dots(45)$$

เมื่อ $R_i(y)$ = ผลจับต่อหน่วยลงแรงประมงสัมพัทธ์ของเครื่องมือประมงที่ i ในปี y
 $CPUE_i(y)$ = ผลจับต่อหน่วยลงแรงประมงของเครื่องมือประมงที่ i ในปี y
 $\overline{CPUE}_i(y_1, y_2) = \frac{1}{y_2 - y_1} \sum_{j=y_1}^{y_2} CPUE_i(j)$ = ค่าเฉลี่ยของ CPUE
 y_1, y_2 = ช่วงเวลาที่ถูกนำมาพิจารณา

9.2 แบบจำลองผลผลิตส่วนเกิน (Surplus Production Models)

นำข้อมูลปริมาณการทำการประมงหมึกกระดองจากเรือวนลากแผ่นตะเฒ่ เรือวนลากคู่ และเรืออวนรุน ในเขตการประมงที่ 2 และบางส่วนของเขตการประมงที่ 3 (ภาพที่ 5) จากข้อมูล สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2538-2547 และสถิติการประมงทะเล สํารวจโดยวิธีการ สุ่มตัวอย่าง พ.ศ. 2538-2547 มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีกาพรวม (Holistic methods) ด้วยวิธีแบบจำลอง ผลผลิตส่วนเกิน (Surplus production models) ตามสมการที่ (9) ถึงสมการที่ (17)

10. ระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสม

ผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืนที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธีเชิงวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองการทำนาย ผลผลิตของ Thompson and Bell ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว โดยการกำหนดค่าปัจจัยที่ปรับค่า สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (X) ให้มีค่าต่างๆ ซึ่งการเพิ่มหรือลดค่า X คือการเพิ่มหรือลด การลงแรงประมง (เช่นเพิ่มการลงแรงประมง 10% 20% และ 30% หรือไม่เปลี่ยนแปลงการลงแรง ประมง หรือเพิ่มการลงแรงประมง 10% 20% และ 30%) แล้วนำค่าผลผลิต มวลชีวภาพ และมูลค่าที่ได้ ไปเขียนกราฟ และจุดที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือจุดที่เรียกว่าผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นจุดที่มีการลง แรงประมงในระดับที่ให้ผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืน ซึ่งเป็นระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสมสำหรับจับ หมึกกระดองบริเวณอ่าวไทยตอนบน นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืนที่ได้จากการ คำนวณด้วยวิธีกาพรวมโดยใช้แบบจำลองผลผลิตส่วนเกิน ซึ่งเป็นสภาวะการทำการประมงในปัจจุบัน ทำให้ทราบถึงแนวทางในการจัดการทรัพยากรว่าควรมีการเพิ่มหรือลดการลงแรงประมงลงเท่าใด

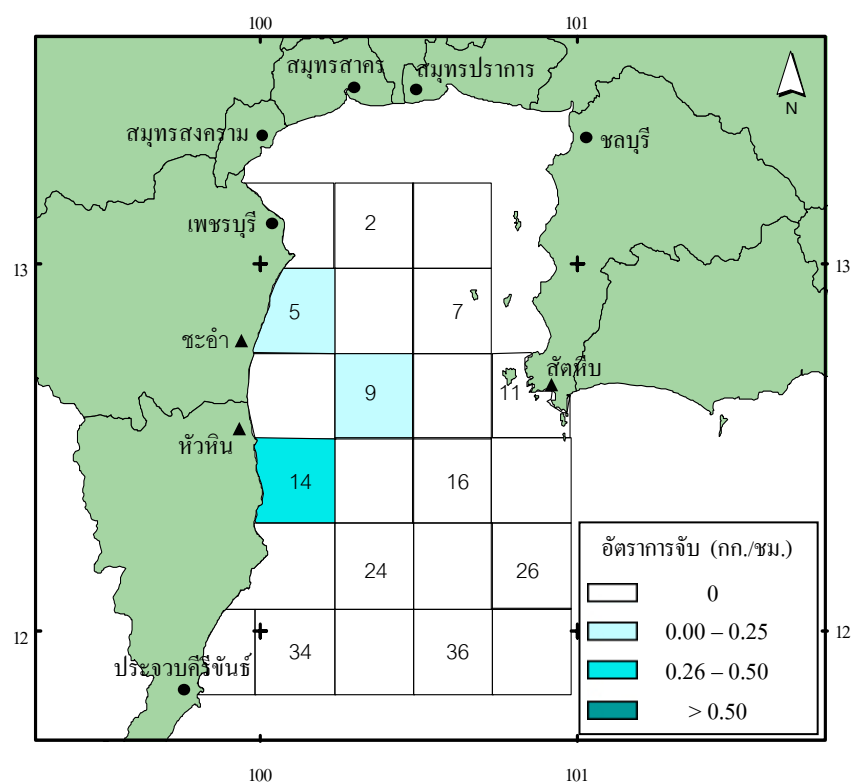
ผลและวิจารณ์

1. การแพร่กระจายของหมึกกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

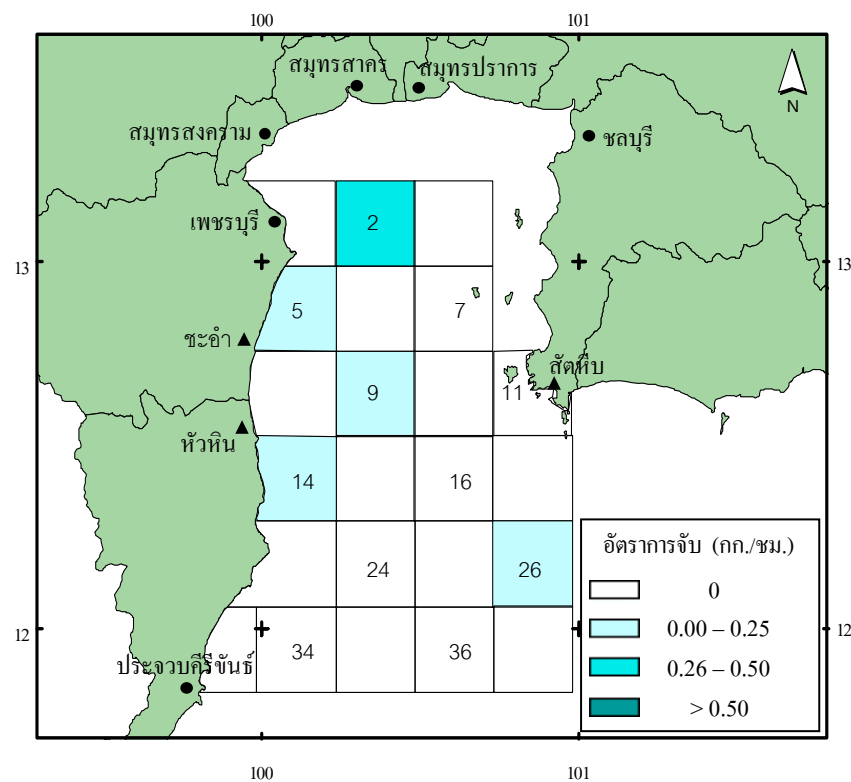
จากข้อมูลการสำรวจด้วยเรือสำรวจประมง 2 ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พบว่าหมึกกระดองที่จับได้มีจำนวน 5 ชนิด โดยอยู่ในสกุล *Sepiella* จำนวน 1 ชนิด คือ *Sepiella inermis* และในสกุล *Sepia* จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Sepia aculeata*, *Sepia brevimana*, *Sepia pharaonis* และ *Sepia recurvirostra* ในแต่ละเดือนจะพบตัวอย่างบางสถานีเท่านั้น และมีค่าผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมงของหมึกกระดองในอ่าวไทยตอนบน (จำนวน 110 ตัวอย่าง) ระหว่าง 0.002 ถึง 2.300 กิโลกรัม/ชั่วโมง ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยม เท่ากับ 0.352 0.250 และ 0.300 กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ ผลจับหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* มีค่าระหว่าง 0 ถึง 0.920 กิโลกรัม/ชั่วโมง ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยม เท่ากับ 0.095 0 และ 0 กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ และผลจับหมึกกระดองชนิด *S. inermis* มีค่าระหว่าง 0 ถึง 0.700 กิโลกรัม/ชั่วโมง ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และค่าฐานนิยม เท่ากับ 0.010 0 และ 0 กิโลกรัม/ชั่วโมง ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 1) ค่าผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมงนำมาแบ่งช่วงความถี่เป็น 4 ช่วงตามตารางที่ 1 และนำมาแสดงผลจับหมึกกระดองรายเดือนในภาพที่ 13-35

ตารางที่ 1 ค่าผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมงของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata*, *S. inermis* และผลจับหมึกกระดองรวมทุกชนิดที่ได้จากการสำรวจด้วยเรือประมง 2 ระหว่างมกราคม 2547 ถึง สิงหาคม 2548

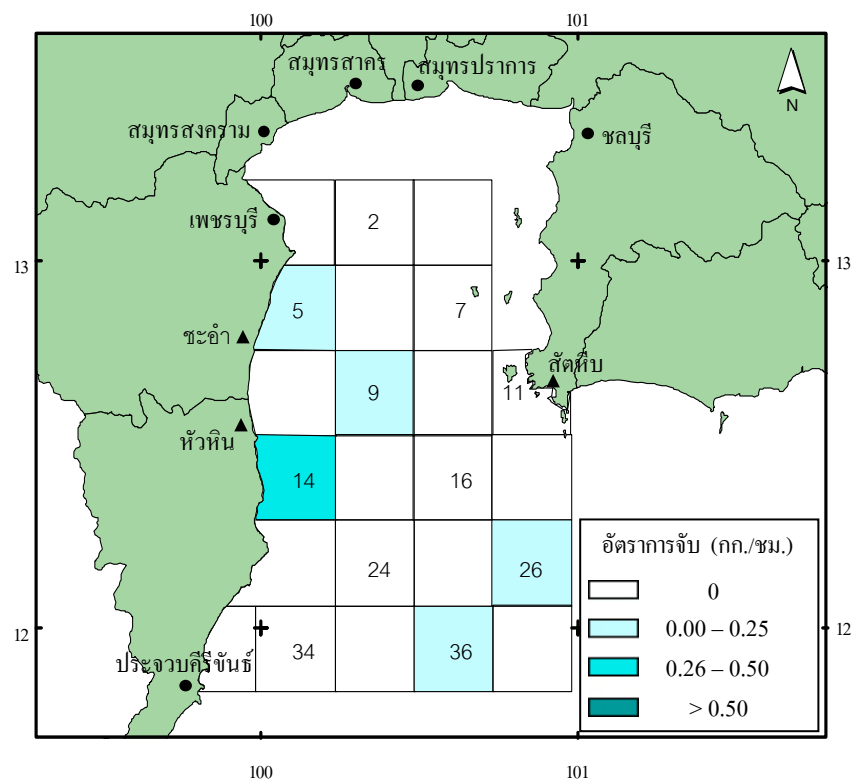
ผลจับต่อหน่วยการลงแรง ประมง (กิโลกรัม/ชั่วโมง)	ความถี่		
	<i>S. aculeata</i>	<i>S. inermis</i>	หมึกกระดองรวม 5 ชนิด
0	73	107	31
0.00-0.25	26	0	40
0.26-0.50	8	2	22
> 0.50	3	1	17
รวม	110	110	110



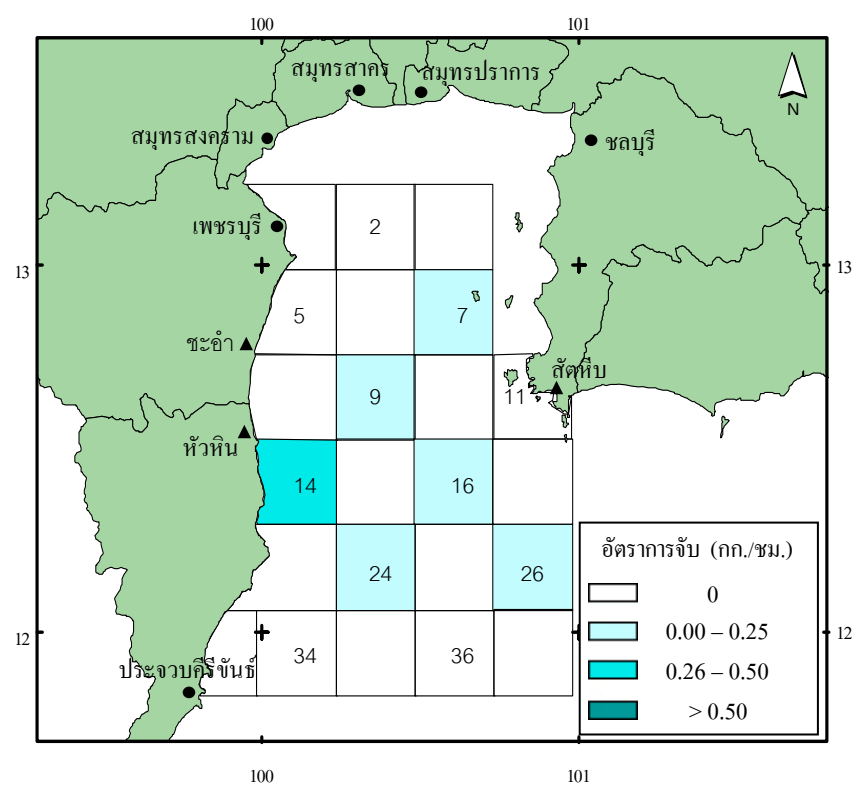
ภาพที่ 13 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. aculeata*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มกราคม พ.ศ. 2547



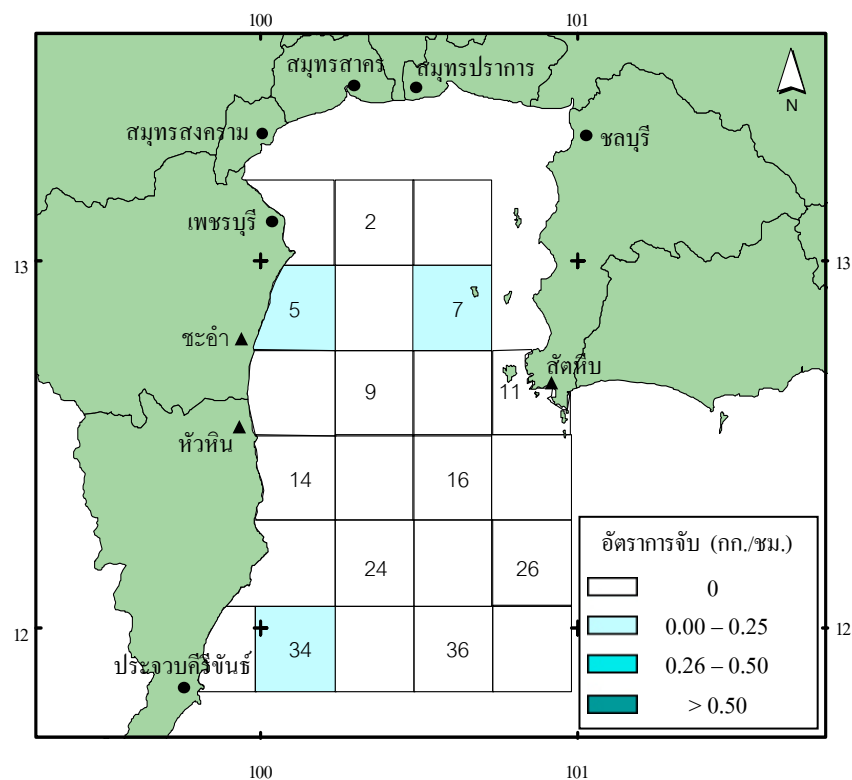
ภาพที่ 14 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. aculeata*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มีนาคม พ.ศ. 2547



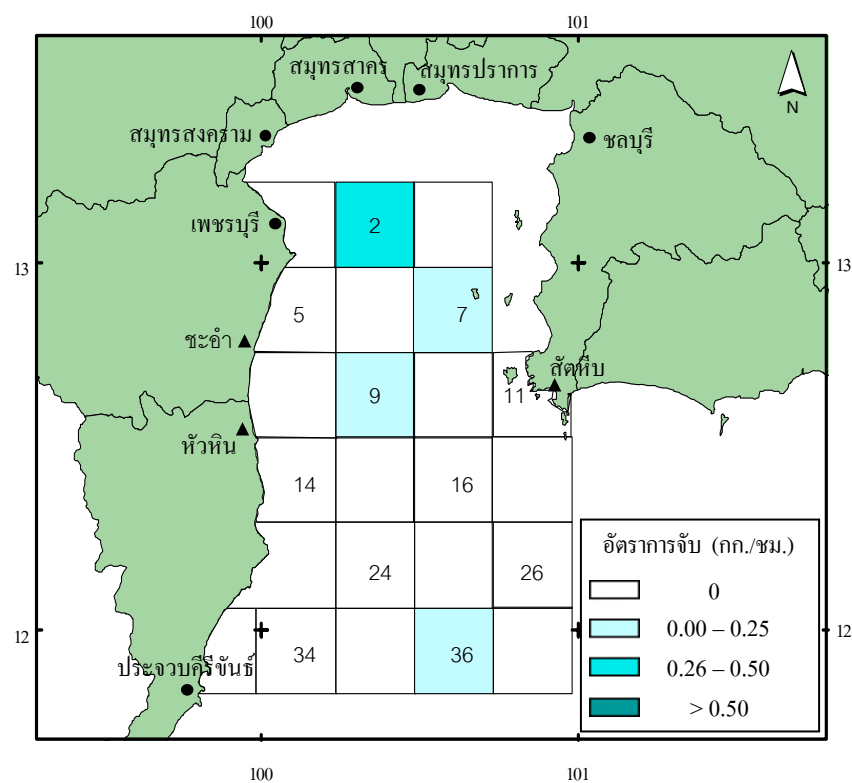
ภาพที่ 15 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. aculeata*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2547



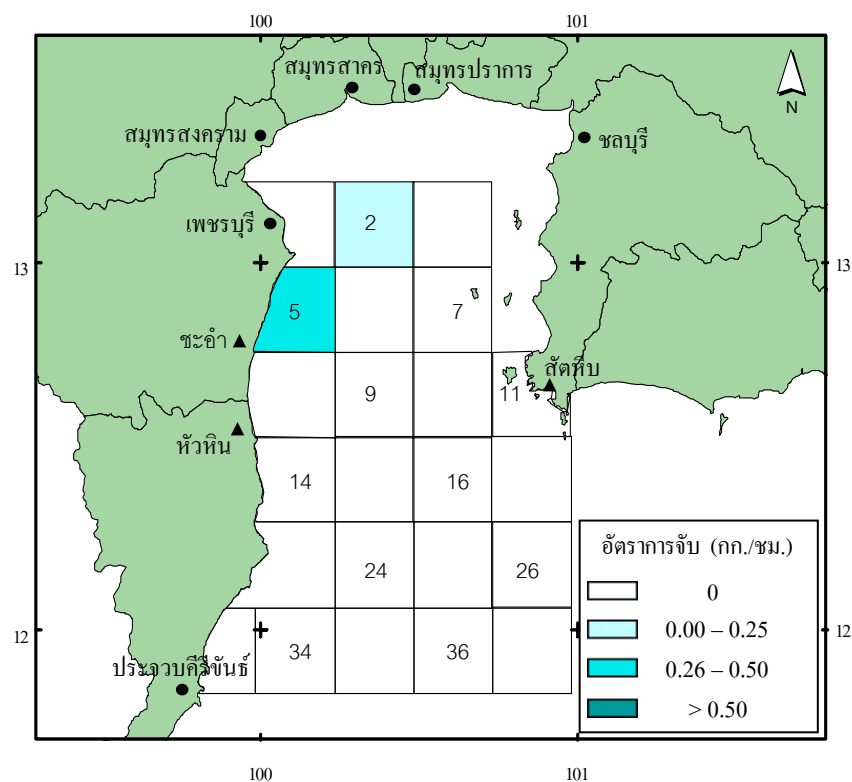
ภาพที่ 16 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. aculeata*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2547



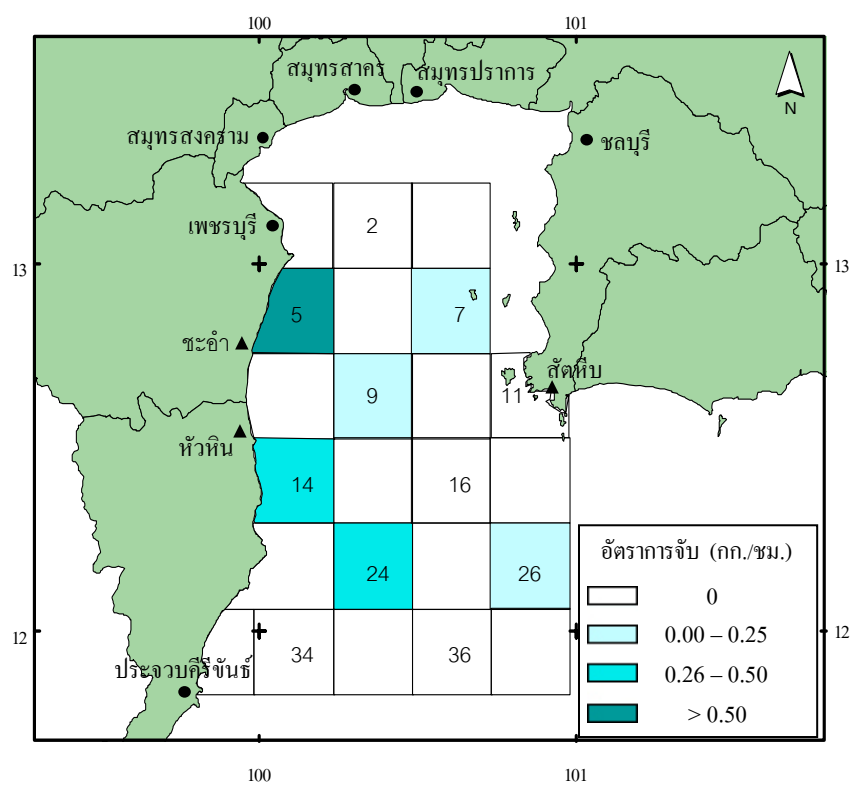
ภาพที่ 17 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. aculeata*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน กันยายน พ.ศ. 2547



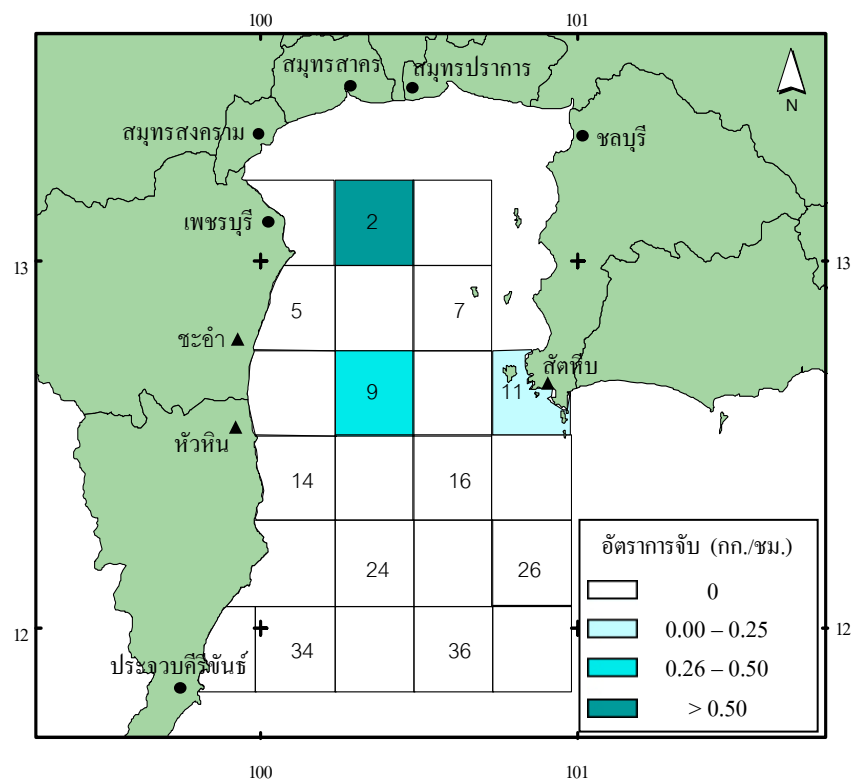
ภาพที่ 18 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. aculeata*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2547



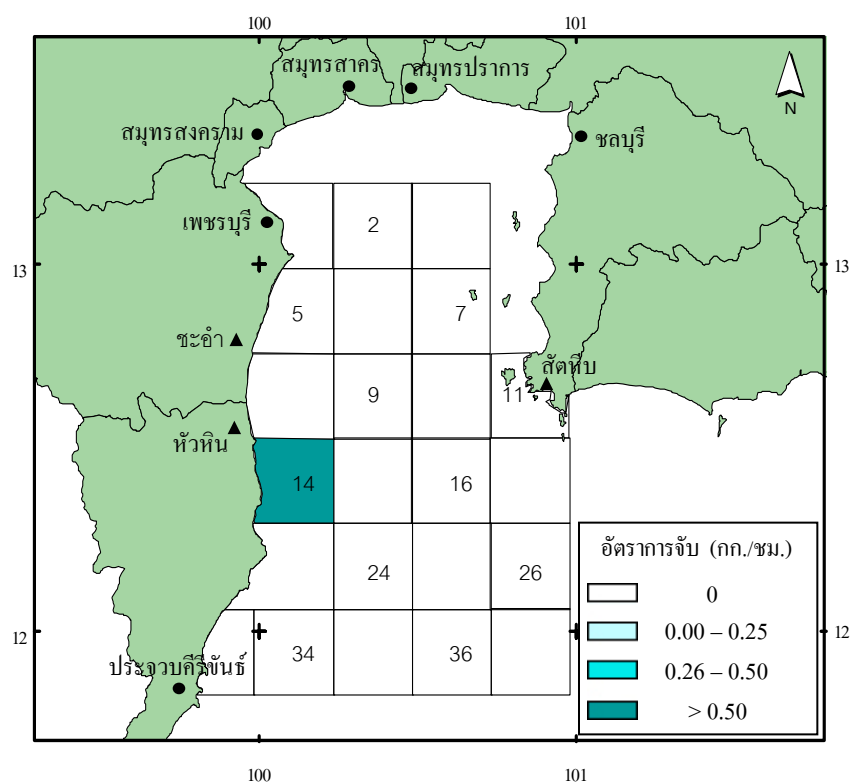
ภาพที่ 19 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. aculeata*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มกราคม พ.ศ. 2548



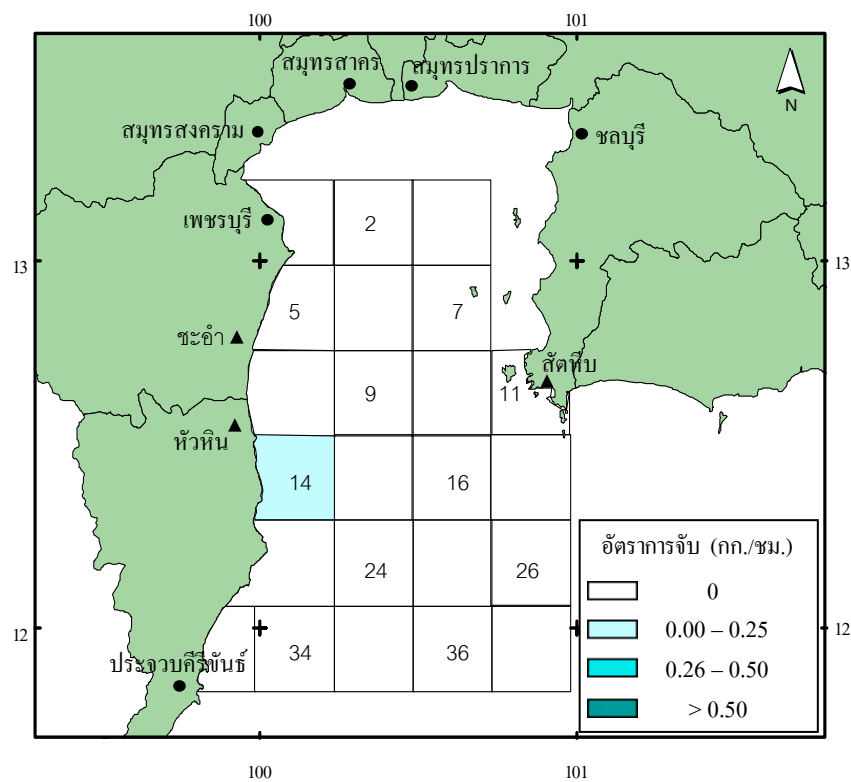
ภาพที่ 20 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. aculeata*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มีนาคม พ.ศ. 2548



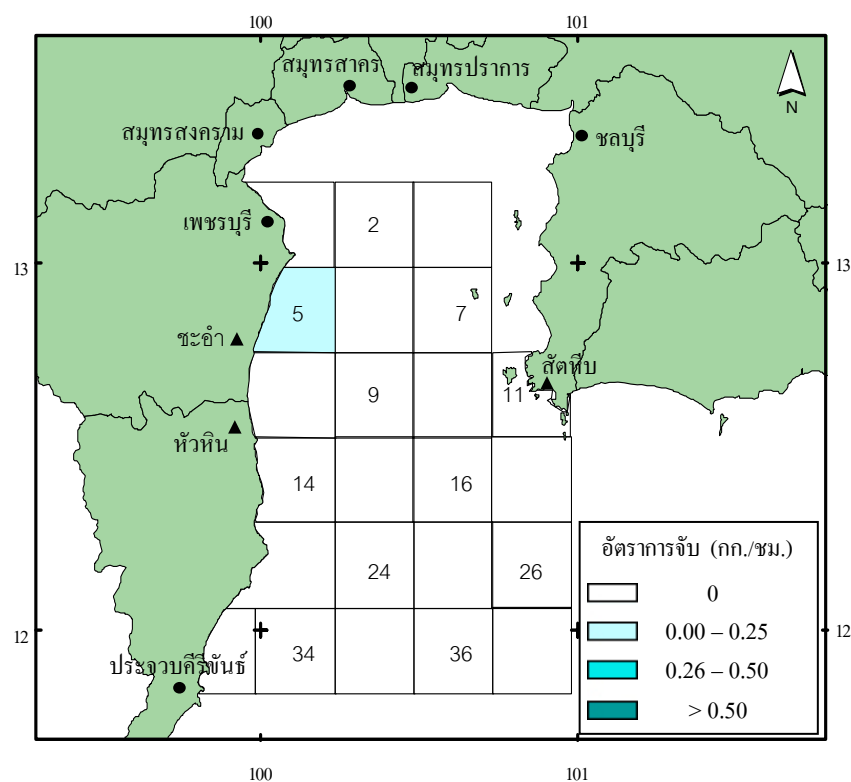
ภาพที่ 21 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. aculeata*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2548



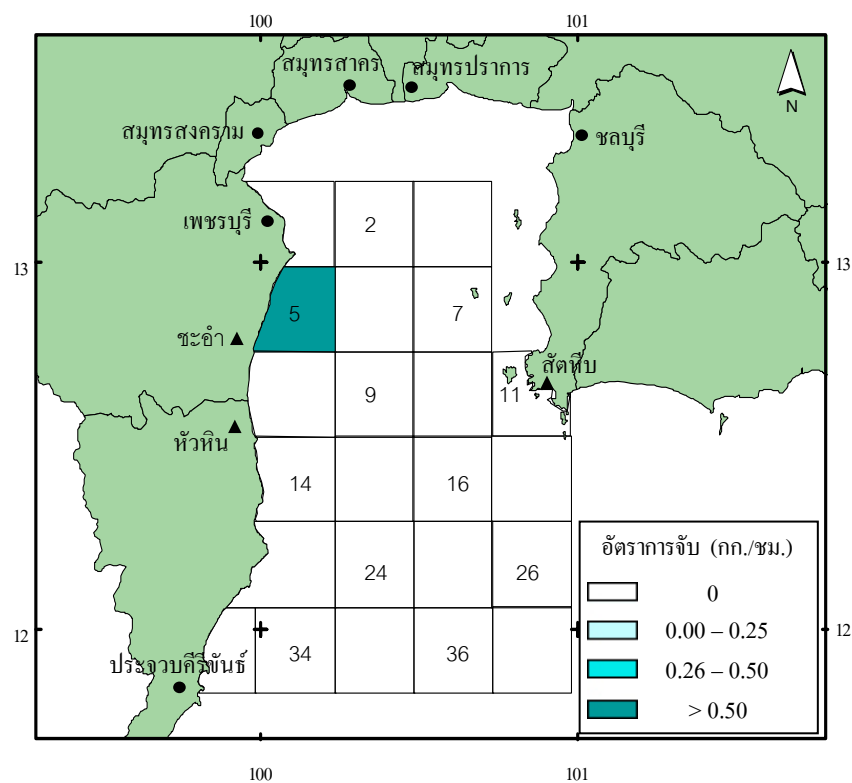
ภาพที่ 22 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. aculeata*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2548



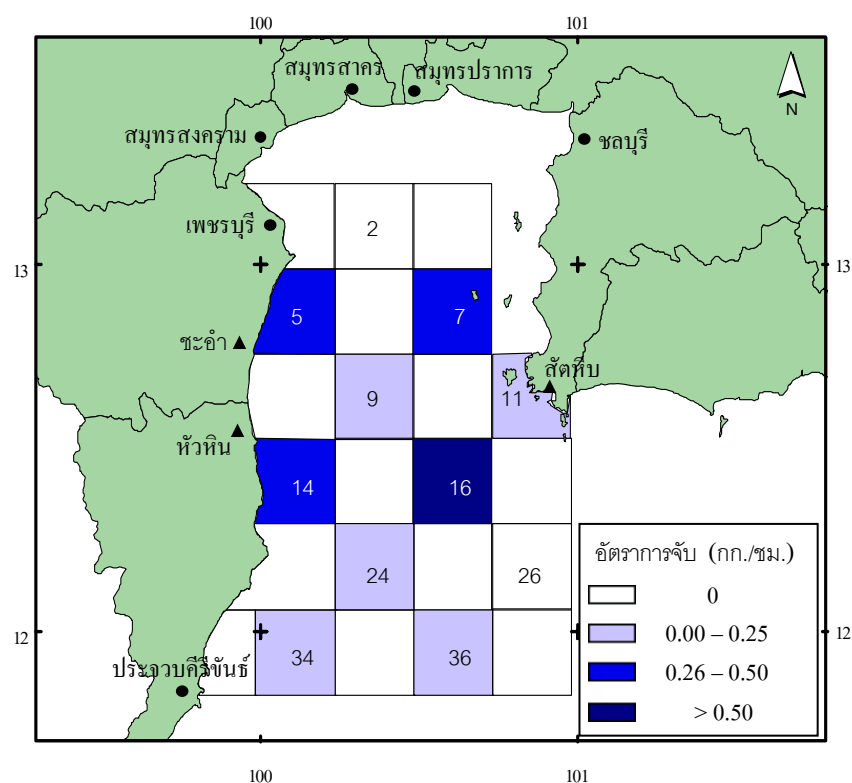
ภาพที่ 23 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. inermis*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มกราคม พ.ศ. 2547



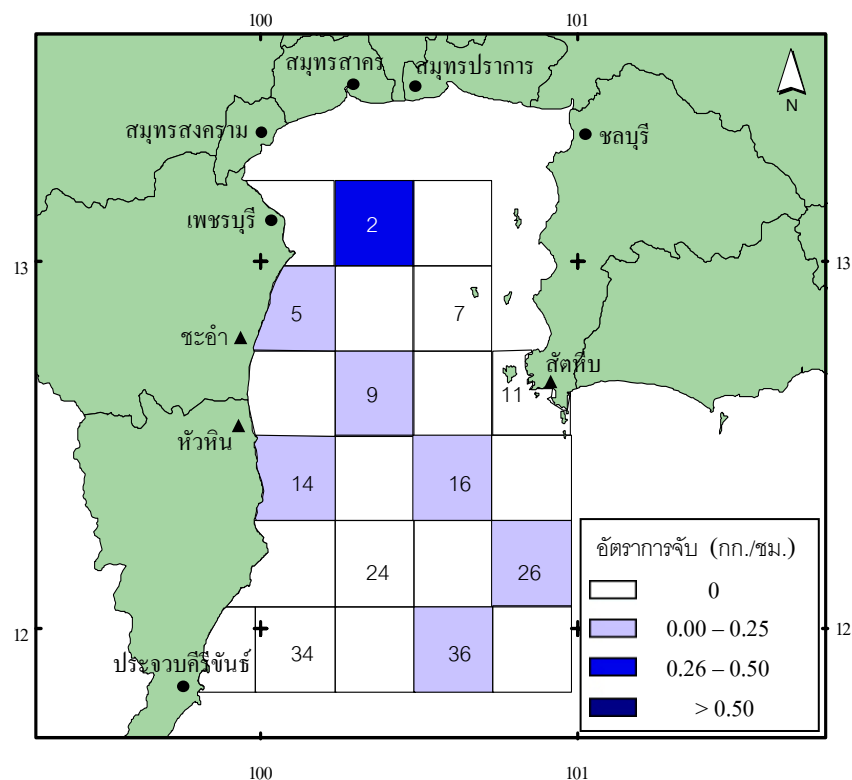
ภาพที่ 24 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. inermis*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547



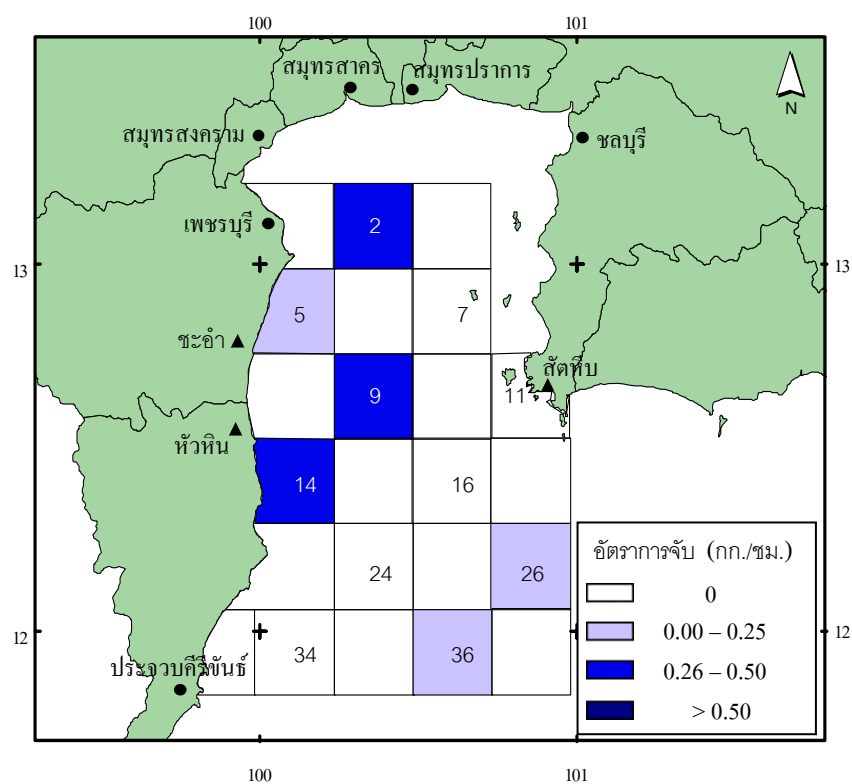
ภาพที่ 25 การแพร่กระจายหมึกกระดอง (*S. inermis*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2547



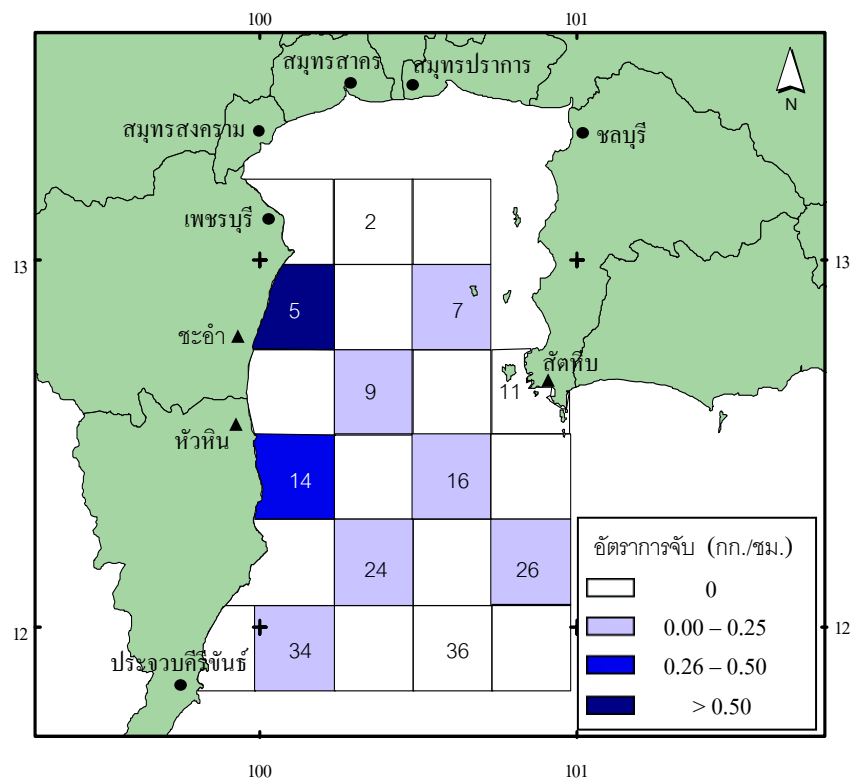
ภาพที่ 26 การแพร่กระจายหมึกกระดอง (*S. inermis*, *S. aculeata*, *S. brevimana*, *S. pharaonis* และ *S. recurvirostra*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มกราคม พ.ศ. 2547



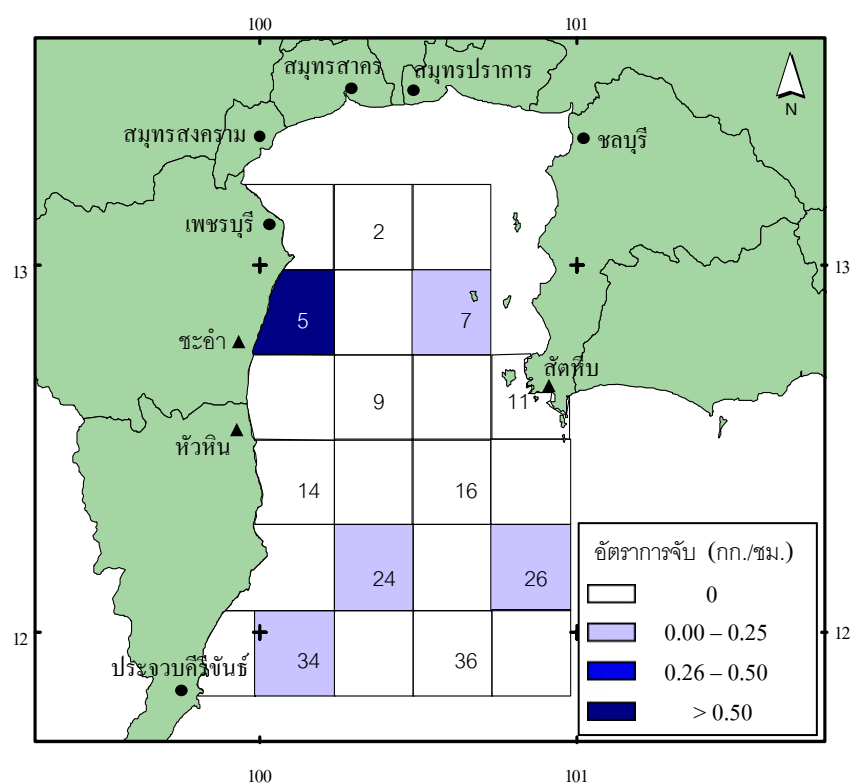
ภาพที่ 27 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. inermis*, *S. aculeata*, *S. brevimana*, *S. pharaonis* และ *S. recurvirostra*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มีนาคม พ.ศ. 2547



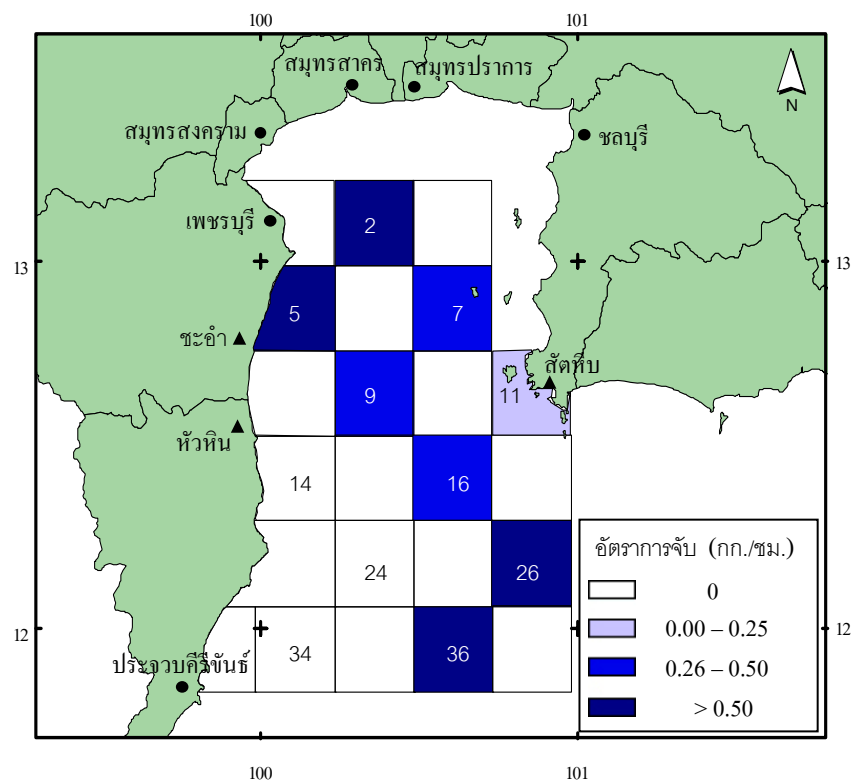
ภาพที่ 28 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. inermis*, *S. aculeata*, *S. brevimana*, *S. pharaonis* และ *S. recurvirostra*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2547



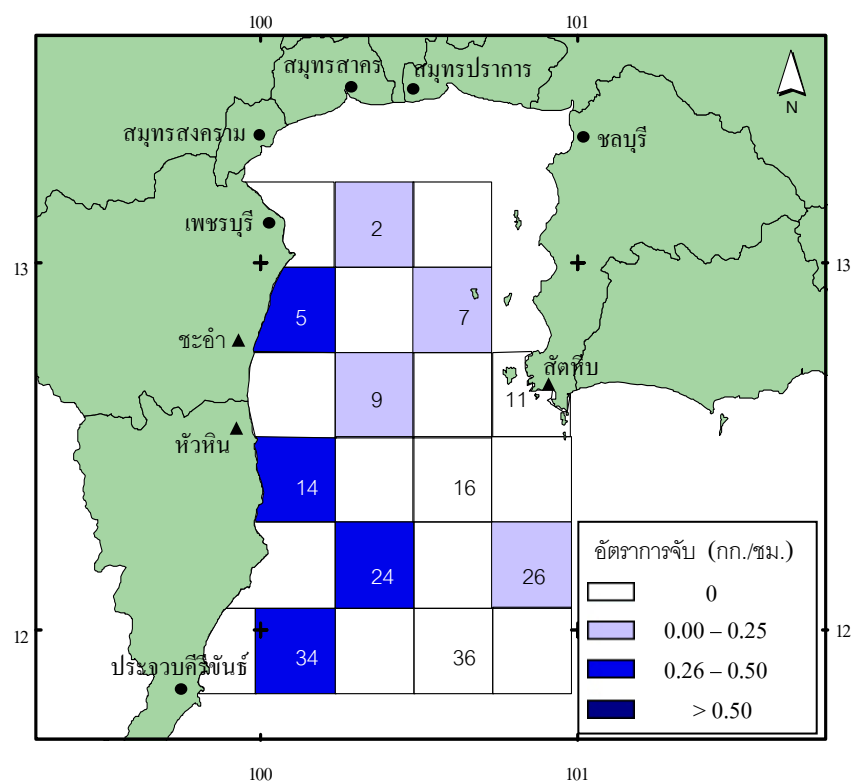
ภาพที่ 29 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. inermis*, *S. aculeata*, *S. brevimana*, *S. pharaonis* และ *S. recurvirostra*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2547



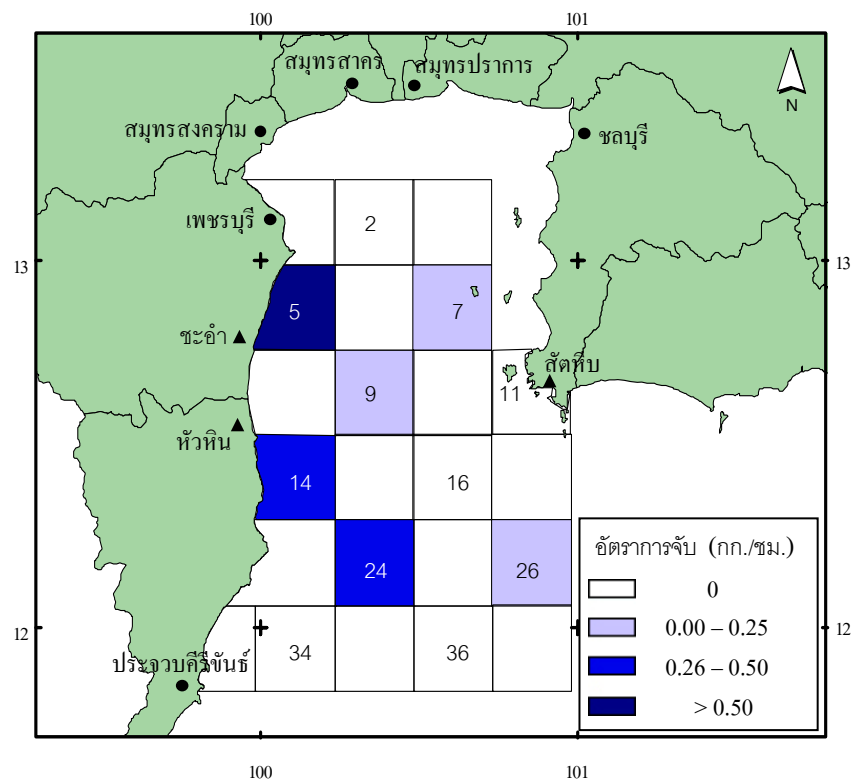
ภาพที่ 30 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. inermis*, *S. aculeata*, *S. brevimana*, *S. pharaonis* และ *S. recurvirostra*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน กันยายน พ.ศ. 2547



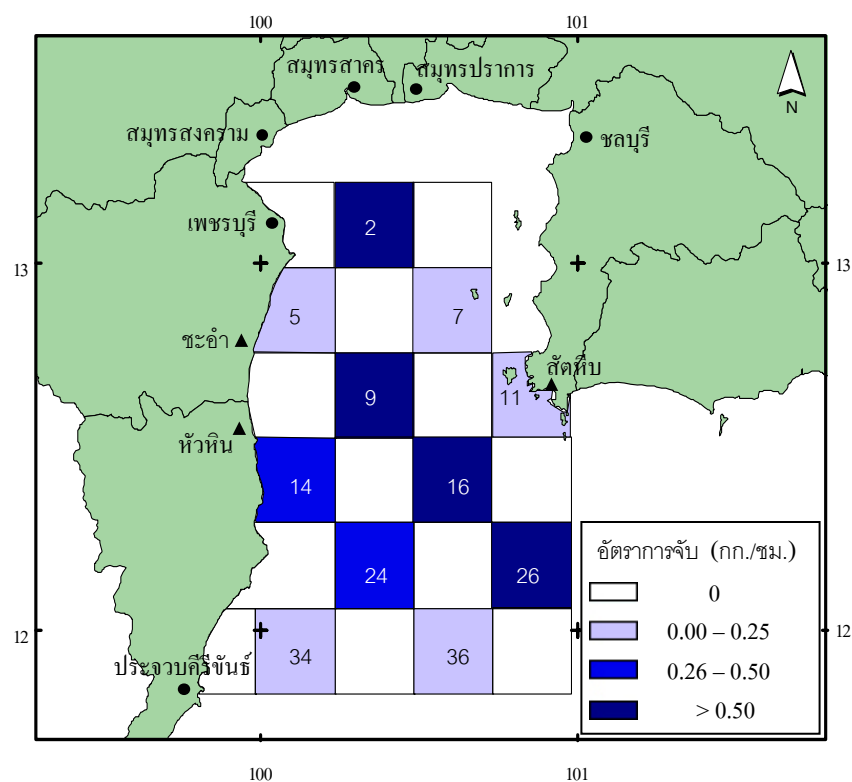
ภาพที่ 31 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. inermis*, *S. aculeata*, *S. brevimana*, *S. pharaonis* และ *S. recurvirostra*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2547



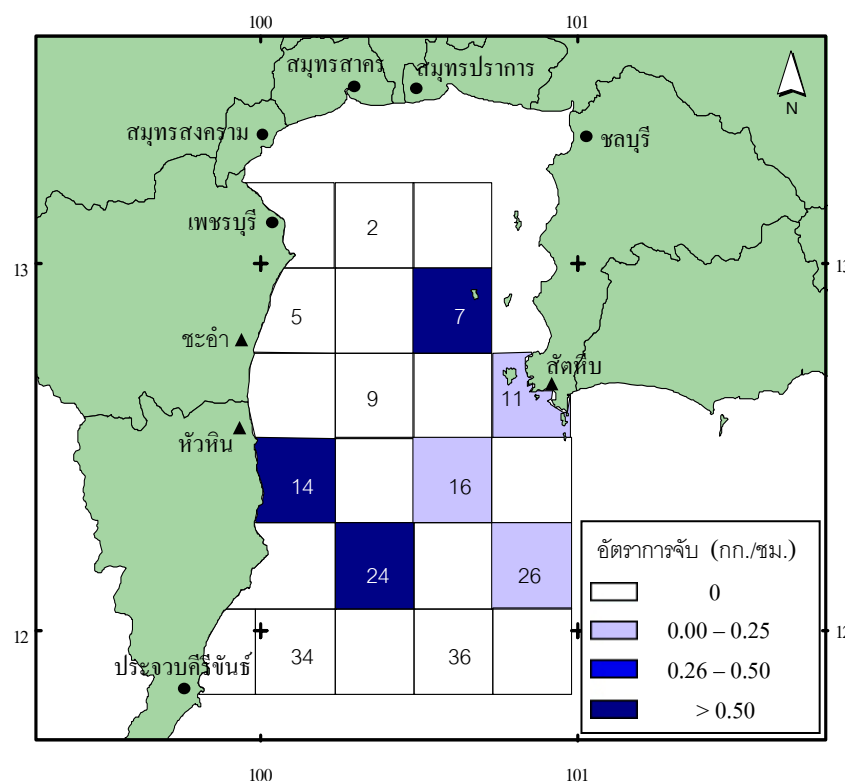
ภาพที่ 32 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. inermis*, *S. aculeata*, *S. brevimana*, *S. pharaonis* และ *S. recurvirostra*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มกราคม พ.ศ. 2548



ภาพที่ 33 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. inermis*, *S. aculeata*, *S. brevimana*, *S. pharaonis* และ *S. recurvirostra*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน มีนาคม พ.ศ. 2548



ภาพที่ 34 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. inermis*, *S. aculeata*, *S. brevimana*, *S. pharaonis* และ *S. recurvirostra*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2548



ภาพที่ 35 การแพร่กระจายหมีกระดอง (*S. inermis*, *S. aculeata*, *S. brevimana*, *S. pharaonis* และ *S. recurvirostra*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนในเดือน สิงหาคม พ.ศ. 2548

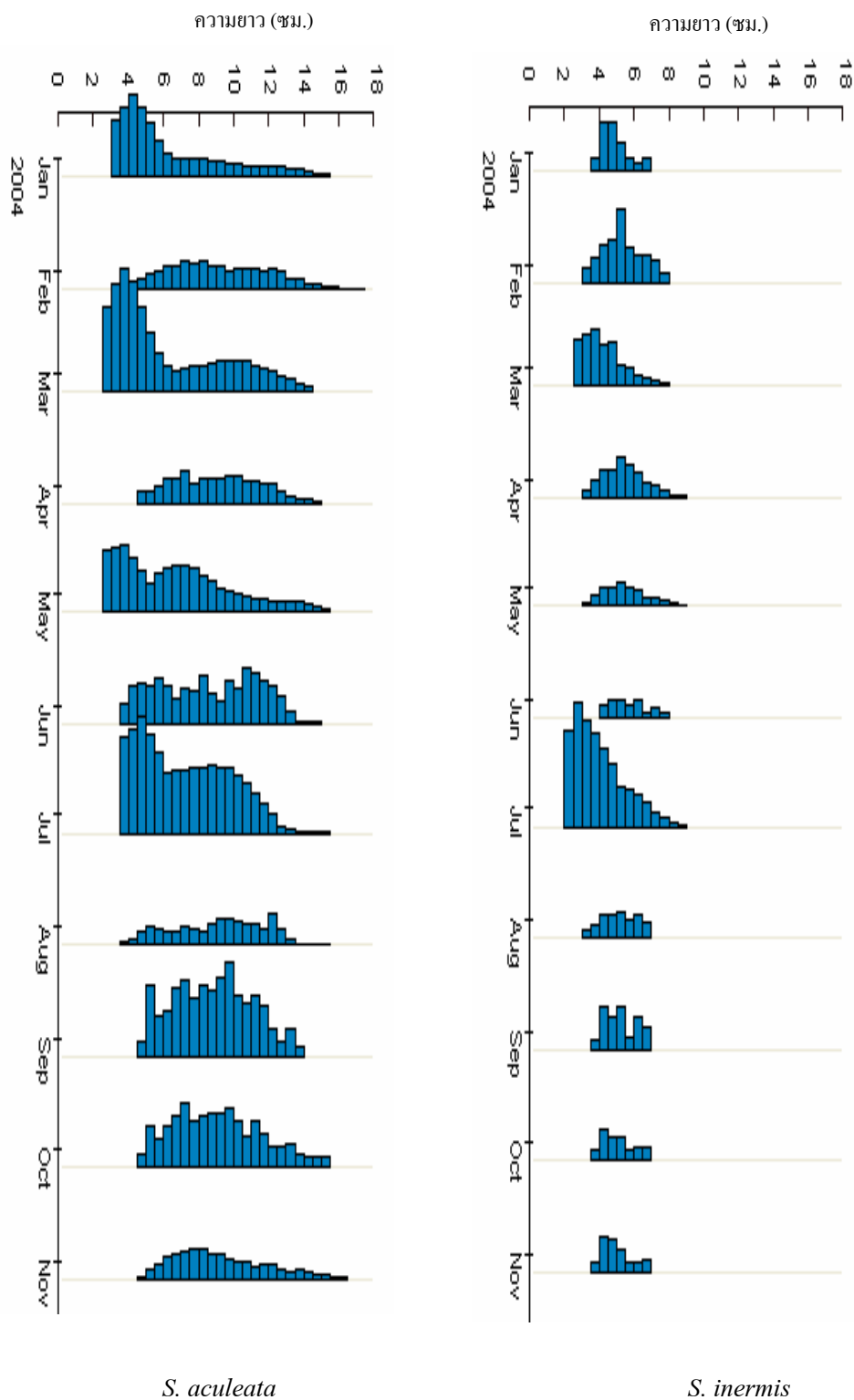
จากภาพที่ 13-22 พบว่าหมีกระดองชนิด *S. aculeata* มีการแพร่กระจายครอบคลุมพื้นที่ทั่วทั้งอ่าวไทยตอนบน และมีปริมาณมากบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันตก เขตอำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี และเขตอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ แต่ในเดือนพฤษภาคมของทั้งสองปีมีปริมาณมากบริเวณกลางอ่าวไทยและเริ่มปรากฏปริมาณมากขึ้นในบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออกในเดือนกรกฎาคมในเดือนมีนาคม ของทั้งสองปี และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 และ สิงหาคม พ.ศ. 2548 พบหมีกระดองชนิด *S. aculeata* หลายสถานีและพบในปริมาณมาก

ส่วนการแพร่กระจายของหมีกระดองชนิด *S. inermis* พบว่าในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2547 มีการแพร่กระจายอยู่เฉพาะบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกในเขตอำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี และอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์เท่านั้น และมีปริมาณมากในช่วงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2547 ที่บริเวณอำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี (ภาพที่ 23-25)

และเมื่อพิจารณาการแพร่กระจายของหมีกระดองทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ *S. inermis*, *S. aculeata*, *S. brevimana*, *S. pharaonis* และ *S. recurvirostra* พบว่าหมีกระดองทั้ง 5 ชนิดแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในบริเวณอ่าวไทยตอนบน โดยเดือนพฤศจิกายน และมกราคม มีปริมาณมากบริเวณชายฝั่ง

อ่าวไทยฝั่งตะวันออก แต่ในเดือนพฤษภาคม มีปริมาณมากบริเวณกลางอ่าว ส่วนในเดือนอื่นๆ จะมีปริมาณมากบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันตก เขตอำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี หรือเขตรอยต่อระหว่างจังหวัดเพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์ (ภาพที่ 26-35) ซึ่งการแพร่กระจายดังกล่าวสอดคล้องกับ Jindalikit and Sereeruk (2003) ที่รายงานว่าหมีกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบนชนิด *S. inermis* พบมากที่ระยะห่างจากฝั่ง 3 ไมล์ และหมีกระดองชนิด *S. aculeata* พบที่ระยะห่างจากฝั่ง 3-7 ไมล์ทะเล ในขณะที่หมีกระดองชนิดอื่นจะพบที่ระยะห่างจากฝั่งมากกว่า 7 ไมล์ทะเล

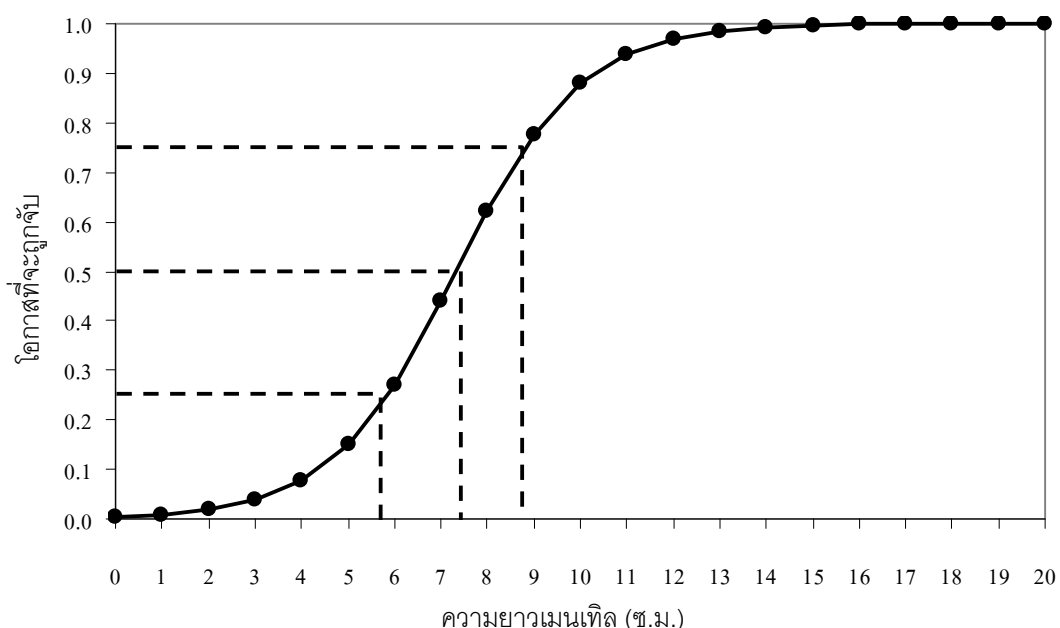
จากภาพที่ 36 ซึ่งแสดงข้อมูลความถี่ความยาวของหมีกระดองชนิด *S. aculeata* และ *S. inermis* เป็นรายเดือนจะเห็นได้ว่า หมีกระดองชนิด *S. aculeata* ขนาดเล็กกว่า 6 เซนติเมตร มีปริมาณมากในเดือนมกราคม มีนาคม พฤษภาคม และกรกฎาคม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เจตจินดา (2522) ที่รายงานว่าหมีกระดองชนิด *S. aculeata* มีฤดูวางไข่ 2 ช่วง คือ มีนาคมถึง เมษายน และ กรกฎาคมถึงกันยายน และสอดคล้องกับข้อมูลการแพร่กระจายของหมีกระดองจากเรือสำรวจประมง 2 ที่พบหมีกระดองชนิด *S. aculeata* ปริมาณมากในเดือนมีนาคม กรกฎาคม และสิงหาคม ส่วนหมีกระดองชนิด *S. inermis* ขนาดเล็กกว่า 4 เซนติเมตร มีปริมาณมากในเดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม ซึ่งขัดแย้งกับการศึกษาของสมนึก และสมศรี (2536) ที่พบว่าหมีกระดองชนิด *S. inermis* มีฤดูวางไข่ช่วงเดือน ตุลาคมถึงพฤศจิกายน แต่สอดคล้องกับข้อมูลการแพร่กระจายของหมีกระดองจากเรือสำรวจประมง 2 ที่พบหมีกระดองชนิด *S. inermis* มากในเดือนกรกฎาคม



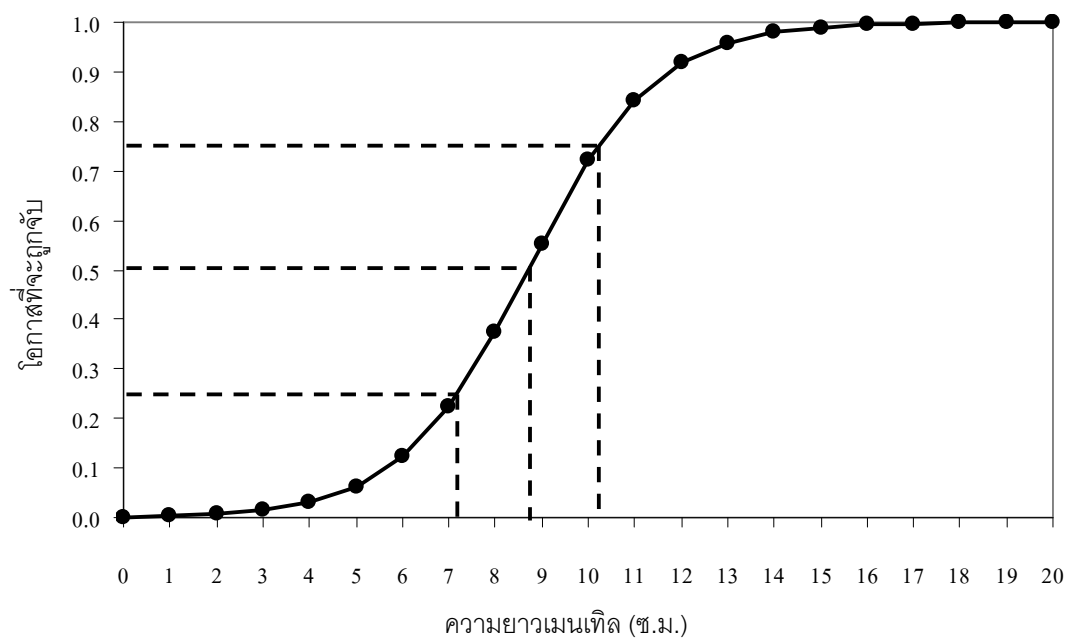
ภาพที่ 36 ความถี่ความยาวของหมีกระดองชนิด *S. aculeata* จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ และอวนลากคู่ และความถี่ความยาวของหมีกระดองชนิด *S. inermis* จากเครื่องมืออวนลากเดี่ยวในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

2. การวิเคราะห์โอกาสที่ถูกจับ (Probability of Capture: P)

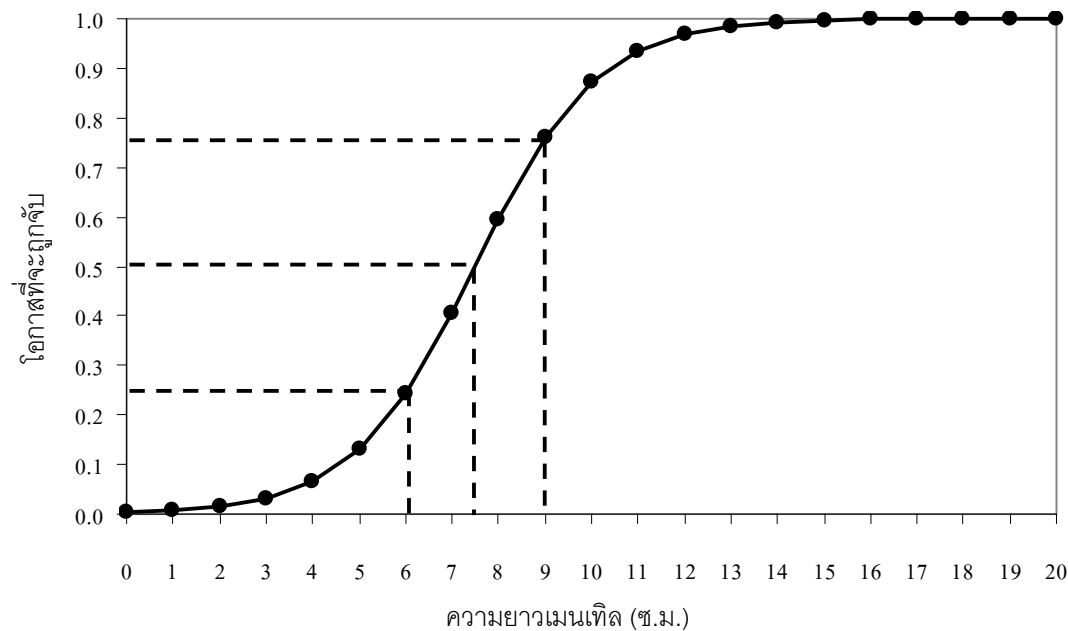
ข้อมูลผลจับหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ (ตารางผนวกที่ 2) อวนลากคู่ (ตารางผนวกที่ 3) จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่และอวนลากคู่ (ตารางผนวกที่ 4) และ ข้อมูลผลจับหมึกกระดองชนิด *S. inermis* จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ (ตารางผนวกที่ 5) ใน บริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547 ที่แจกแจงความถี่ตามขนาดความยาว นำมาวิเคราะห์โอกาสที่ถูกจับ หรือขนาดของสัตว์น้ำที่ถูกจับด้วยเครื่องมือประมงคิดเป็นร้อยละ 25 50 และ 75 ของสัตว์น้ำ ทั้งหมด ($L_{25\%}$ $L_{50\%}$ และ $L_{75\%}$) โดยวิธีการประมาณการเลือกจับของอวนลาก ด้วยสมการ (30) ได้ ค่า $L_{25\%}$ $L_{50\%}$ และ $L_{75\%}$ ของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ที่จับได้จากเครื่องมืออวนลากแผ่น ตะเฒ่เท่ากับ 5.85 7.33 และ 8.81 (ตารางผนวกที่ 6 - 7 และภาพที่ 37) จากเครื่องมืออวนลากคู่เท่ากับ 7.20 8.70 และ 10.21 (ตารางผนวกที่ 8 - 9 และภาพที่ 38) และจากสองเครื่องมือเท่ากับ 6.05 7.49 และ 8.94 ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 10 - 11 และภาพที่ 39) และได้ค่า $L_{25\%}$ $L_{50\%}$ และ $L_{75\%}$ ของ หมึกกระดองชนิด *S. inermis* จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่เท่ากับ 3.72 4.46 และ 5.20 ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 12 - 13 และภาพที่ 40)



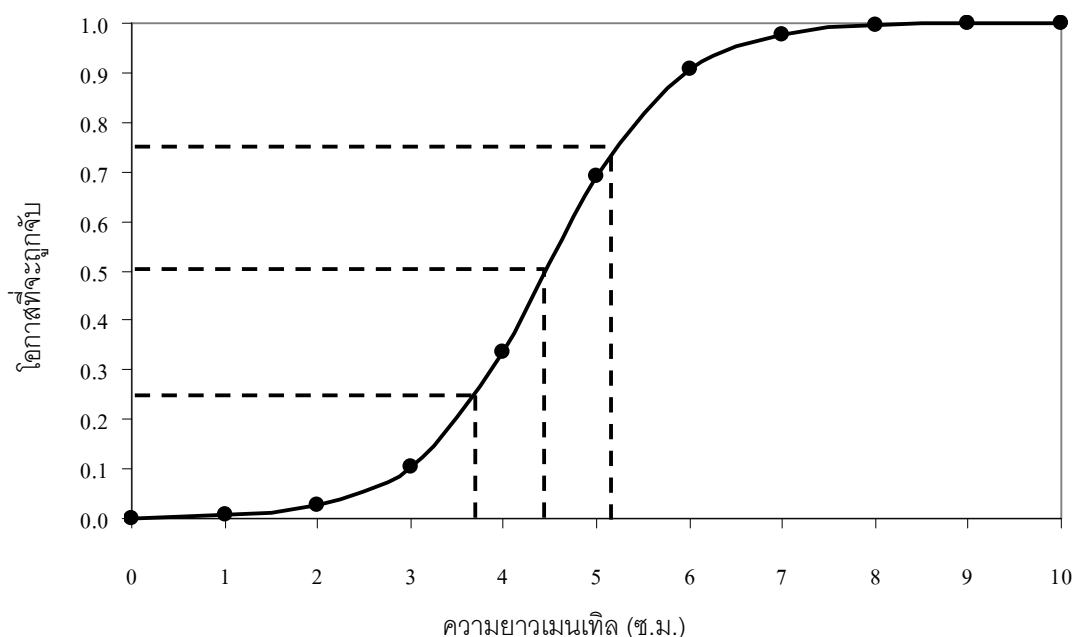
ภาพที่ 37 เส้นโอกาสที่ถูกจับของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ที่จับได้จากเครื่องมืออวนลาก แผ่นตะเฒ่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547



ภาพที่ 38 เส้นโอกาสที่ถูกจับของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ที่จับได้จากเครื่องมืออวนลากคู่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547



ภาพที่ 39 เส้นโอกาสที่ถูกจับของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ที่จับได้จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่า และอวนลากคู่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547



ภาพที่ 40 เส้นโอกาสที่ถูกจับของหมึกกระดองชนิด *S.inermis* ที่จับได้จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547

3. ขนาดตาอวนที่เหมาะสมของเรือประมงอวนลากที่ทำการประมงหมึกกระดอง

ขนาดตาอวนที่เหมาะสมของเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ และอวนลากคู่ ในการทำการประมงหมึกกระดอง ชนิด *S. aculeata* และ ชนิด *S. inermis* ใช้ค่าความยาวแรกสืบพันธุ์เท่ากับ 10.2 และ 5.8 เซนติเมตร ตามลำดับ (จินตนา, ติดต่อส่วนตัว) ซึ่งเป็นความยาวที่หมึกกระดองมีโอกาสสืบพันธุ์และวางไข่ก่อนถูกจับ โดยการแทนค่าลงในสมการที่ (20)

$$m.s. = \frac{L_m}{SF}$$

<i>S. aculeata</i>	อวนลากแผ่นตะเฒ่	$m.s. = \frac{10.2}{2.93}$	= 3.48 เซนติเมตร
--------------------	-----------------	----------------------------	------------------

	อวนลากคู่	$m.s. = \frac{10.2}{3.48}$	= 2.93 เซนติเมตร
--	-----------	----------------------------	------------------

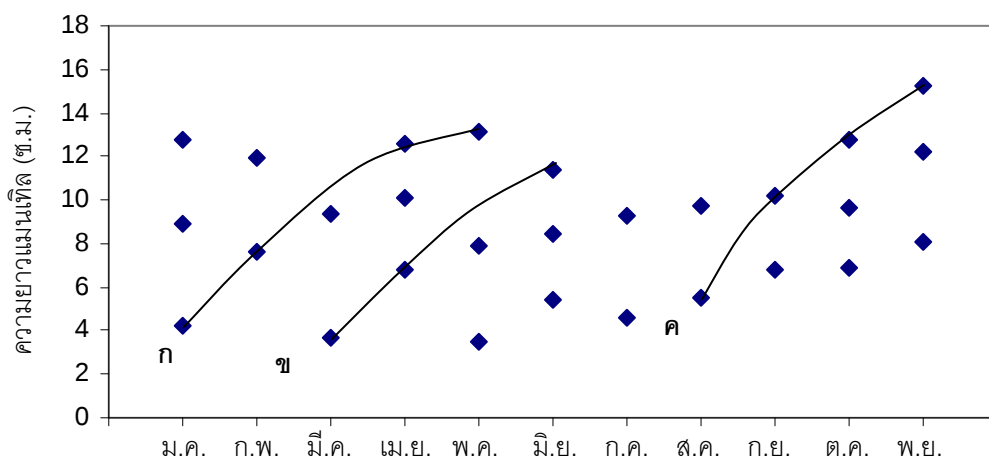
<i>S. inermis</i>	อวนลากแผ่นตะเฒ่	$m.s. = \frac{5.8}{1.78}$	= 3.24 เซนติเมตร
-------------------	-----------------	---------------------------	------------------

ขนาดตาอวนที่เหมาะสมสำหรับอวนลากแผ่นตะเฒ่ และอวนลากคู่ในการทำประมงหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* เท่ากับ 3.48 และ 2.93 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนขนาดตาอวนที่เหมาะสมสำหรับอวนลากแผ่นตะเฒ่ในการทำประมงหมึกกระดองชนิด *S. inermis* เท่ากับ 3.24 เซนติเมตร ซึ่งในปัจจุบันขนาดตาอวนทั้งสองชนิดมีขนาดเท่ากับ 2.50 เซนติเมตร แสดงว่าตาอวนที่เหมาะสมสำหรับจับหมึกกระดองมีขนาดตาใหญ่กว่าขนาดตาอวนในปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อำนวย (2546) ที่พบว่าขนาดตาอวนที่เหมาะสมของเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ขนาดเล็กในการจับกุ้งตะกาดมีขนาดเท่ากับ 2.82 เซนติเมตร จากผลที่ได้สามารถนำไปออกมาตรการกำหนดขนาดตาอวนสำหรับเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน โดยควรขยายขนาดตาอวนจาก 2.50 เซนติเมตร เป็น 3.00 เซนติเมตร ซึ่งใหญ่กว่าที่ อำนวย (2546) เสนอให้ขยายขนาดตาอวนกันอวนลากแผ่นตะเฒ่ขนาดเล็กจาก 2.50 เป็น 2.80 เซนติเมตร

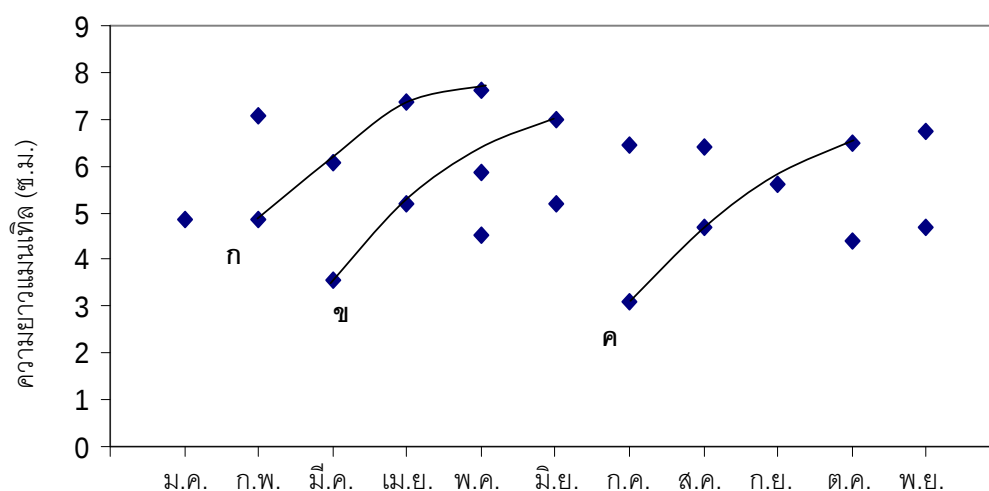
4. ค่าพารามิเตอร์การเติบโต

ข้อมูลการแจกแจงความถี่ตามขนาดความยาวของหมึกกระดองในแต่ละเดือนจำแนกกลุ่มอายุโดยการหาค่าความยาวเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละฐานนิยมของกลุ่มอายุนั้นๆ ตามวิธีของ Bhattacharya (ตารางผนวกที่ 14 และ 16) พบว่าหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* มีกลุ่มอายุขนาดเล็กสุด เท่ากับ 3.49 เซนติเมตร ในเดือนพฤษภาคม และมีกลุ่มอายุที่มีขนาดใหญ่สุดในเดือนพฤศจิกายน เท่ากับ 15.24 เซนติเมตร หมึกกระดองชนิด *S. inermis* มีกลุ่มอายุขนาดเล็กสุด เท่ากับ 3.08 เซนติเมตร ในเดือนกรกฎาคม และมีกลุ่มอายุที่มีขนาดใหญ่สุดในเดือนพฤษภาคม เท่ากับ 7.62 เซนติเมตร จากภาพที่ 41 จะเห็นว่าสามารถติดตามรุ่นหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ได้ 3 รุ่น คือ รุ่น ก ข และ ค ส่วนในภาพที่ 42 หมึกกระดองชนิด *S. inermis* สามารถติดตามการเจริญเติบโตได้สามรุ่นเช่นเดียวกับหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* คือรุ่น ก ข และ ค ซึ่งตรงกับการศึกษาของเจดจินดา (2522) ที่พบว่าหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* มีไข่แก่ที่พร้อมวางไข่ได้ตลอดทั้งปี จากการประมาณค่าพารามิเตอร์การเจริญเติบโตตามแบบจำลองการเติบโตของ von Bertalanffy ด้วยวิธีของ Gulland and Holt (ตารางที่ 6 - 7 และตารางผนวกที่ 16 - 17) หมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ได้ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 2.16 ต่อปี และค่าความยาวอนันต์ (L_{∞}) เท่ากับ 23.34 เซนติเมตร ความยาวสูงสุดที่คำนวณได้ของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* มีค่าใกล้เคียงกับความยาวสูงสุดจากธรรมชาติที่สมนึก (2536) และ Jereb and Roper (2005) รายงานไว้ ส่วนหมึกกระดองชนิด *S. inermis* ได้ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) เท่ากับ 3.74 ต่อปี และค่าความยาวอนันต์ (L_{∞}) เท่ากับ 9.17 เซนติเมตร ค่าความยาวอนันต์ที่คำนวณได้เล็กกว่าความยาวสูงสุดจากธรรมชาติ คือ 12.5 เซนติเมตร ตามที่สมนึก (2536) และ Jereb and Roper (2005) ได้

รายงานไว้ ค่าสัมประสิทธิ์การเติบโต (K) ของหมีกระดองชนิด *S. inermis* มีค่าสูงกว่า *S. aculeata* แสดงว่าหมีกระดองชนิด *S. inermis* มีการเจริญเติบโตรวดเร็วกว่า *S. aculeata*



ภาพที่ 41 ความยาวเฉลี่ยของกลุ่มอายุต่างๆ ของหมีกระดองชนิด *S. aculeata* ที่จำแนกตามวิธีของ Bhattacharya และแนวเส้นโค้งการเติบโตของหมีกระดองกลุ่มอายุเดียวกัน (รุ่น ก ข และ ค)



ภาพที่ 42 ความยาวเฉลี่ยของกลุ่มอายุต่างๆ ของหมีกระดองชนิด *S. inermis* ที่จำแนกตามวิธีของ Bhattacharya และแนวเส้นโค้งการเติบโตของหมีกระดองกลุ่มอายุเดียวกัน (รุ่น ก ข และ ค)

ตารางที่ 2 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของหมีกระดองชนิด *S. aculeata* ตามแนวเส้นโค้ง
การเติบโต ก ข และ ค

เดือน	ความยาว	Δt	ΔL	ความยาวเฉลี่ย	$\Delta L / \Delta t$
t	L			X	Y
ม.ค.	4.24	1	3.40	5.940	3.400
ก.พ.	7.64	2	4.91	10.095	2.455
เม.ย.	12.55	1	0.55	12.825	0.550
พ.ค.	13.10				
มี.ค.	3.65	1	3.18	5.240	3.180
เม.ย.	6.83	2	1.65	7.655	0.825
มิ.ย.	8.84				
ส.ค.	5.53	1	4.67	4.670	4.670
ก.ย.	10.20	1	2.58	2.580	2.580
ต.ค.	12.78	1	2.46	2.460	2.460
พ.ย.	15.24	1			

ตารางที่ 3 ความยาวเฉลี่ย (เซนติเมตร) ของหมีกระดองชนิด *S. inermis* ตามแนวเส้นโค้ง
การเติบโต ก ข และ ค

เดือน	ความยาว	Δt	ΔL	ความยาวเฉลี่ย	$\Delta L / \Delta t$
t	L			X	Y
ก.พ.	4.86	1	1.23	5.475	1.230
มี.ค.	6.09	1	1.29	6.735	1.290
เม.ย.	7.38	1	0.24	7.500	0.240
พ.ค.	7.62				
มี.ค.	3.54	1	1.67	4.375	1.670
เม.ย.	5.21	2	1.79	6.105	0.895
มิ.ย.	7.00				
ก.ค.	3.08	1	1.6	3.880	1.600
ส.ค.	4.68	1	0.94	5.150	0.940
ก.ย.	5.62	1	0.88	6.060	0.880
ต.ค.	6.50	1			

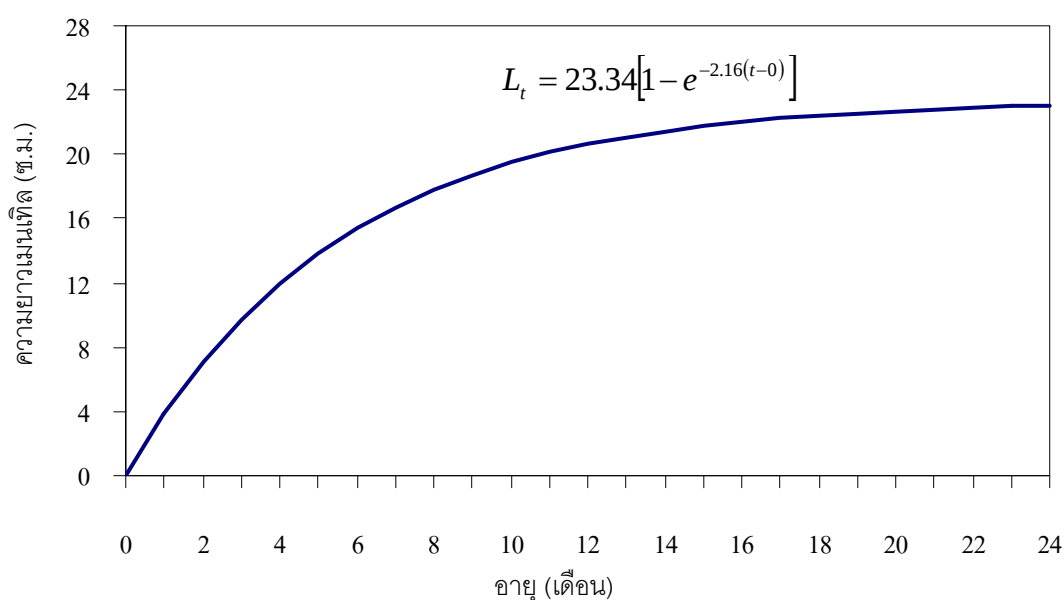
ค่าอายุสมมติของหมึกกระดองทั้งสองชนิดเมื่อความยาวเป็นศูนย์ (t_0) ซึ่งเป็นค่าพารามิเตอร์การเติบโตตามแบบจำลองของ von Bertalanffy ประมาณได้จากการใช้ข้อมูลความยาวที่เริ่มฟักออกมาเป็นตัว (L_0) ที่มีค่าเท่ากับ 0.43 เซนติเมตร (Nabhitabhata, 1997) สำหรับหมึกกระดองชนิด *S. inermis* ซึ่งเมื่อนำมาประมาณค่า t_0 จะได้เท่ากับ 0.00126 ปี ส่วนหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ไม่มีรายงานการเพาะเลี้ยงหมึกชนิดนี้ จึงสมมติให้ค่า t_0 เท่ากับ 0

เมื่อนำค่าพารามิเตอร์การเจริญเติบโตของหมึกกระดองที่ประมาณได้มาแทนค่าในสมการความสัมพันธ์ของ von Bertalanffy ตามสมการที่ (1) ได้สมการดังนี้

$$S. aculeata \quad L_t = 23.34[1 - e^{-2.16(t-0)}]$$

$$S. inermis \quad L_t = 9.17[1 - e^{-3.74(t+0.00126)}]$$

จากสมการดังกล่าวสามารถสร้างเส้นโค้งการเติบโตในรูปของความยาวกับอายุของหมึกกระดอง ตามภาพที่ 43 และ 44 และสามารถสร้าง ตารางเทียบอายุกับความยาวเมกซ์ของหมึกกระดองได้ตามตารางที่ 4 และ 5



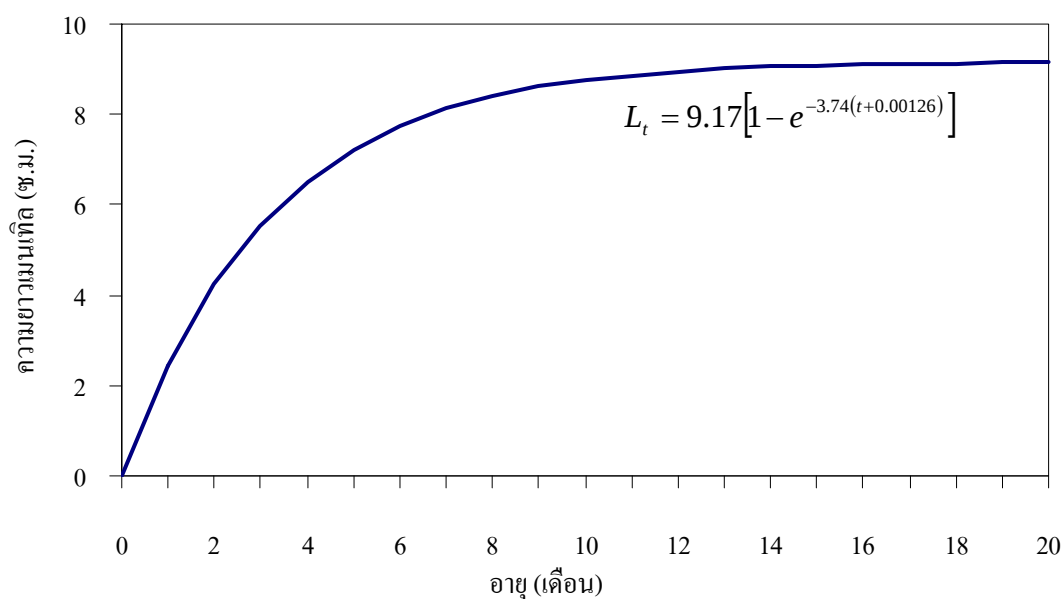
ภาพที่ 43 อายุและความยาวของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ตามสมการการเติบโต

ตารางที่ 4 ตารางเทียบอายุกับความยาวแมนเทิลของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata*

เวลา (เดือน)	อายุ (สัดส่วนในรอบปี)	ความยาวแมนเทิล (ซ.ม.)
1	0.08	3.84
2	0.17	7.06
3	0.25	9.74
4	0.33	11.98
5	0.42	13.85
6	0.50	15.41
7	0.58	16.72
8	0.67	17.81
9	0.75	18.72
10	0.83	19.48
11	0.92	20.12
12	1.00	20.65
13	1.08	21.09
14	1.17	21.46
15	1.25	21.77
16	1.33	22.03
17	1.42	22.25
18	1.50	22.43
19	1.58	22.58
20	1.67	22.70
$L_t = 23.34[1 - e^{-2.16(t-0)}]$		

ตารางที่ 5 ตารางเทียบอายุกับความยาวแมนเทิลของหมึกกระดองชนิด *S. inermis*

เวลา (เดือน)	อายุ (สัดส่วนในรอบปี)	ความยาวแมนเทิล (ซ.ม.)
1	0.08	2.42
2	0.17	4.23
3	0.25	5.55
4	0.33	6.52
5	0.42	7.23
6	0.50	7.75
7	0.58	8.13
8	0.67	8.41
9	0.75	8.61
10	0.83	8.76
11	0.92	8.87
12	1.00	8.95
13	1.08	9.01
14	1.17	9.05
15	1.25	9.08
16	1.33	9.11
17	1.42	9.12
18	1.50	9.14
19	1.58	9.15
20	1.67	9.15
$L_t = 9.17[1 - e^{-3.74(t+0.00126)}]$		

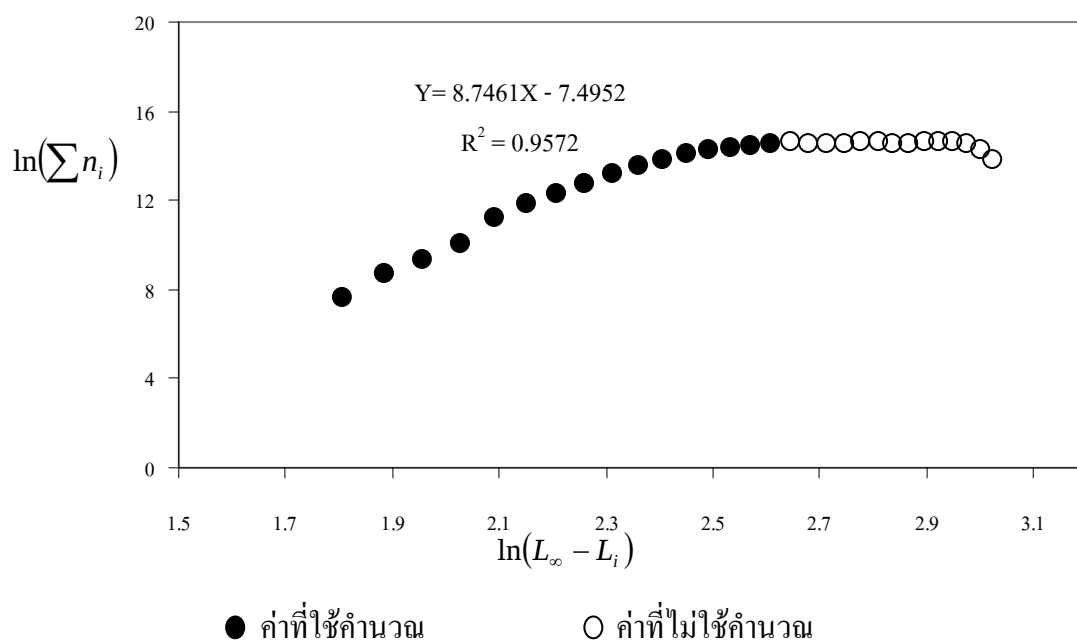


ภาพที่ 44 อายุและความยาวของหมึกกระดองชนิด *S. inermis* ตามสมการการเติบโต

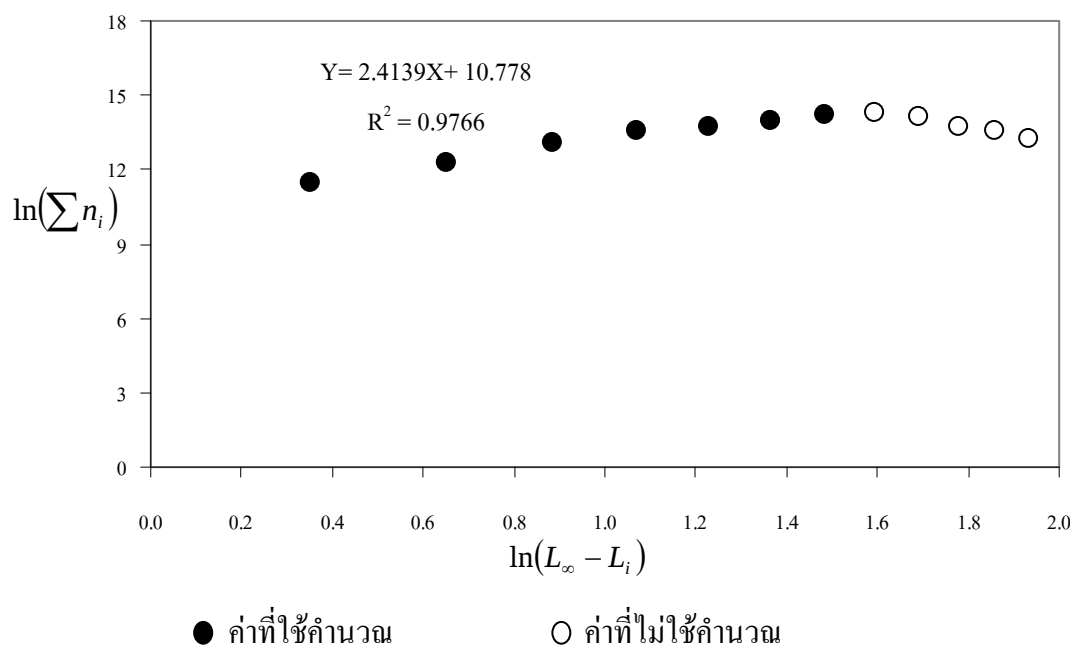
5. พารามิเตอร์การตาย

5.1 สัมประสิทธิ์การตายรวม

เมื่อนำผลจับหมึกกระดองชนิดทั้งสองชนิดในแต่ละช่วงความยาวในบริเวณอ่าวไทย ตอนบน พ.ศ. 2547 ตามตารางผนวก 18 มาประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) โดยใช้ช่วงความยาวตั้งแต่ 9.75-17.25 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 2.16 ต่อปี L_{∞} เท่ากับ 23.34 เซนติเมตร สำหรับหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* และใช้ช่วงความยาวตั้งแต่ 4.75-7.75 เซนติเมตร ค่า K เท่ากับ 3.74 ต่อปี L_{∞} เท่ากับ 9.17 เซนติเมตร สำหรับหมึกกระดองชนิด *S. inermis* ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมเท่ากับ 18.89 และ 9.03 ต่อปี ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 19 -22, ภาพที่ 45 และ 46)



ภาพที่ 45 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\ln(L_\infty - L_i)$ กับค่า $\ln(\sum n_i)$ เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata*



ภาพที่ 46 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\ln(L_\infty - L_i)$ กับค่า $\ln(\sum n_i)$ เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมของหมึกกระดองชนิด *S. inermis*

5.2 สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ

สำหรับการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาตินั้นสำหรับสัตว์น้ำในเขตร้อนสามารถใช้ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเติบโตและอุณหภูมิของน้ำ โดยแทนค่าอุณหภูมิน้ำ (T) เท่ากับ 27.9 องศาเซลเซียส (เอนกและคณะ, 2550) K เท่ากับ 2.16 ต่อปี L_{∞} เท่ากับ 23.34 เซนติเมตร สำหรับหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* และใช้ค่า K เท่ากับ 3.74 ต่อปี L_{∞} เท่ากับ 9.17 เซนติเมตร สำหรับหมึกกระดองชนิด *S. inermis* ลงในสมการ (6) จะได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) เท่ากับ 3.17 และ 5.18 ต่อปีตามลำดับ ซึ่งเมื่อรวมกับค่า K และค่า L_{∞} จะเห็นได้ว่า หมึกกระดองชนิด *S. inermis* มีการเจริญเติบโตรวดเร็วกว่าเนื่องจากค่า K สูงกว่า และมีขนาดเล็กกว่าหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* เมื่อมีค่า M สูง แสดงว่าหมึกกระดองชนิด *S. inermis* มีการตายเร็วกว่า หรือมีช่วงชีวิตสั้นกว่าหมึกกระดองชนิด *S. aculeata*

5.3 สัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง

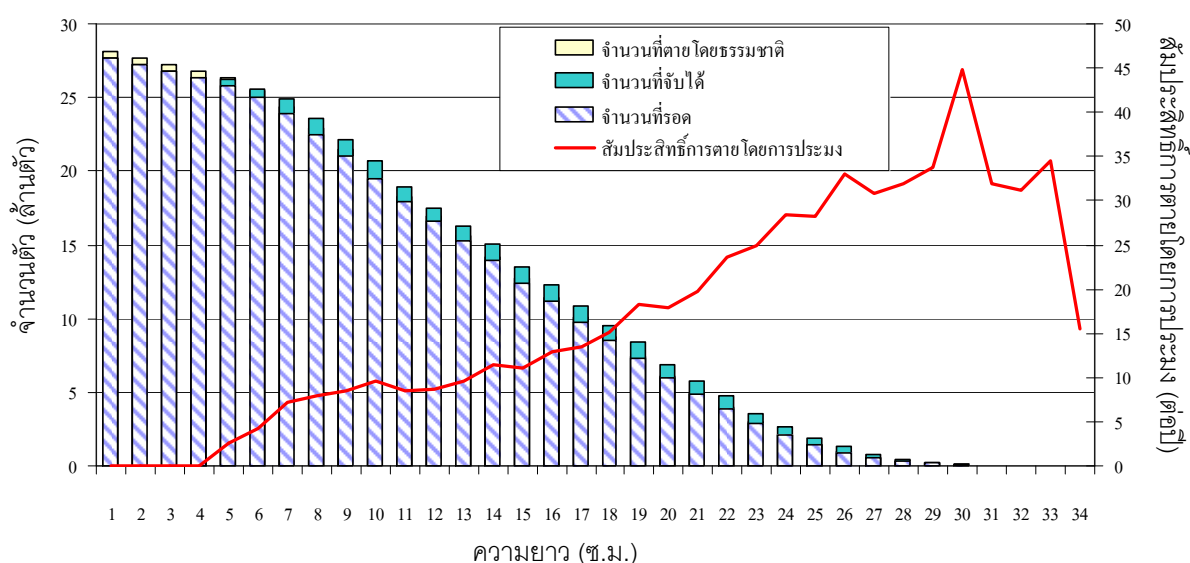
จากสมการที่ 7 เมื่อทราบค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) สัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) ของหมึกกระดองทั้งสองชนิดสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมงได้ โดยแทนค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ 18.89 ต่อปี และสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) เท่ากับ 3.17 ต่อปี สำหรับหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* จะได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) เท่ากับ 15.72 ต่อปี และแทนค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม (Z) เท่ากับ 9.03 ต่อปี และสัมประสิทธิ์การตายโดยธรรมชาติ (M) เท่ากับ 5.88 ต่อปี สำหรับหมึกกระดองชนิด *S. inermis* ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตายโดยการประมง (F) เท่ากับ 3.15 ต่อปี

6. การวิเคราะห์ประชากรเสมือน (Virtual Population Analysis: VPA)

วิเคราะห์ประชากรเสมือนด้วยวิธี Jones' Length Cohort Analysis พบว่าหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* มีสัตว์น้ำรุ่นทดแทนจำนวน 26.3 ล้านตัว และเจริญเติบโตเข้ามาทดแทนในข่ายการประมงเมื่อมีขนาด 3.5 เซนติเมตร โดยเริ่มเข้ามาทดแทนจำนวน 1.003 ล้านตัว ช่วงที่มีขนาดตั้งแต่ 3.5-5.5 เซนติเมตร และขนาด 6.5-10.0 เซนติเมตร เป็นขนาดที่ถูกจับได้มาก กล่าวคือมีจำนวนตัวที่ถูกจับได้ทั้งสิ้น 11.786 ล้านตัว (ร้อยละ 59) จากจำนวนตัวทุกขนาดที่จับได้ 19.971 ล้านตัว หมึกกระดองชนิดนี้จะถูกจับได้โดยเรืออวนลากแผ่นตะเฆ่และอวนลากคู่ตั้งแต่ขนาด 3.5-17.5 เซนติเมตร

อัตราการใช้ประโยชน์ (E) ของหมึกกระดองชนิดนี้เกินกำลังผลิตของธรรมชาติ กล่าวคือมีการใช้ประโยชน์โดยรวมร้อยละ 85 ซึ่งมากกว่าระดับที่ควรจะเป็นถึงร้อยละ 35 และมีค่าการใช้ประโยชน์สูงสุดร้อยละ 93 ที่ความยาว 15.0-15.5 เซนติเมตร

ค่าอัตราการตายโดยการประมงของหมึกกระดองชนิดนี้มีค่าสูงสุดตลอดตั้งแต่ขนาด 3.5-17.5 เซนติเมตร ซึ่งหมายความว่า หมึกกระดองถูกจับเกือบหมดทุกตัว (ภาพที่ 47, ตารางผนวกที่ 23)

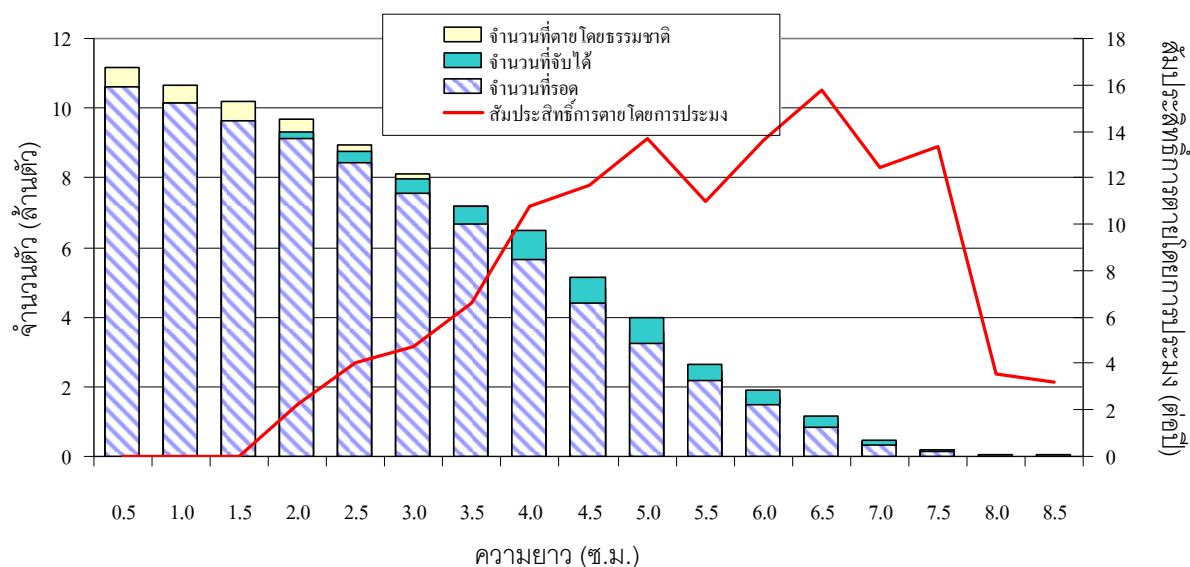


ภาพที่ 47 โครงสร้างจำนวนประชากรที่ได้จากการวิเคราะห์ประชากรเสมือน ของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

หมึกกระดองชนิด *S. inermis* มีสัตว์น้ำรุ่นทดแทนจำนวน 9.636 ล้านตัว และเจริญเติบโตเข้ามาทดแทนในข่ายการประมงเมื่อมีขนาด 3.5 เซนติเมตร โดยเริ่มเข้ามาทดแทนจำนวน 0.349 ล้านตัว ช่วงที่มีขนาดตั้งแต่ 3.5-5.5 เซนติเมตร เป็นขนาดที่ถูกจับได้มาก กล่าวคือมีจำนวนตัวที่ถูกจับได้ทั้งสิ้น 2.867 ล้านตัว (ร้อยละ 54) จากจำนวนตัวทุกขนาดที่จับได้ 5.296 ล้านตัว หมึกกระดองชนิดนี้ถูกจับได้โดยเรือวนลากแผ่นตะเฆ่ตั้งแต่ขนาด 2.0-9.0 เซนติเมตร

อัตราการใช้ประโยชน์ (E) ของหมึกกระดองชนิดนี้เกินกำลังผลิตของธรรมชาติ กล่าวคือมีการใช้ประโยชน์โดยรวมร้อยละ 61 ซึ่งมากกว่าระดับที่ควรจะเป็นร้อยละ 11 และมีค่าการใช้ประโยชน์สูงสุดร้อยละ 73 ที่ความยาว 6.5-7.0 เซนติเมตร

ค่าอัตราการตายโดยการประมงของหมึกกระดองชนิดนี้มีค่าสูงที่ขนาด 3.0-7.0 เซนติเมตร ซึ่งหมายความว่า หมึกกระดองที่ความยาวดังกล่าวถูกจับเกือบหมดทุกตัว (ภาพที่ 48, ตารางผนวกที่ 24)

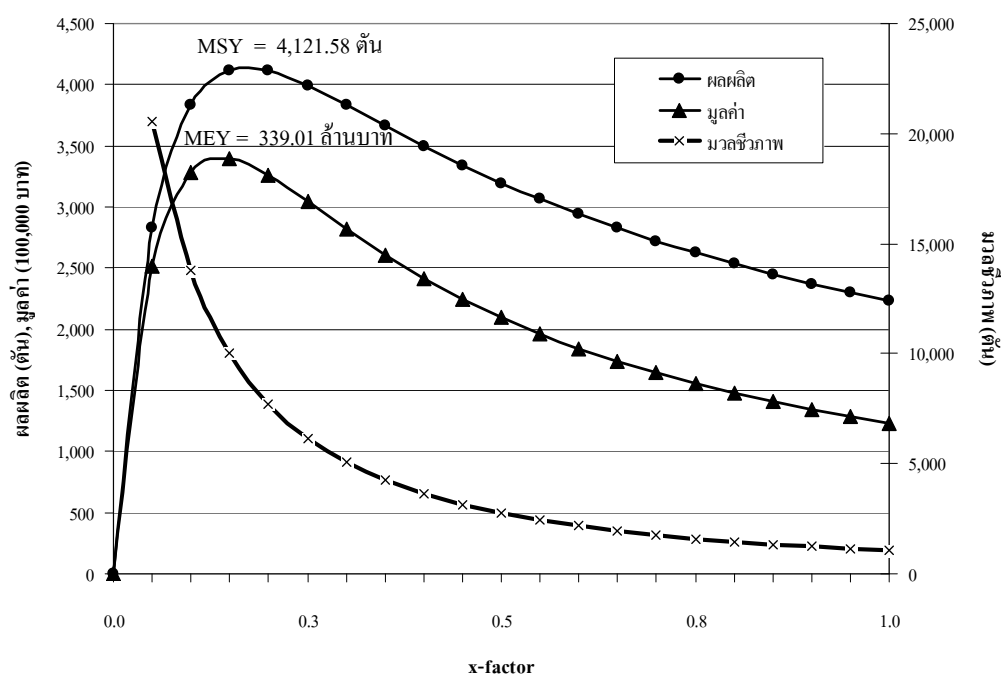


ภาพที่ 48 โครงสร้างจำนวนประชากรที่ได้จากการวิเคราะห์ประชากรเสมือน ของหมึกกระดองชนิด *S. inermis* ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

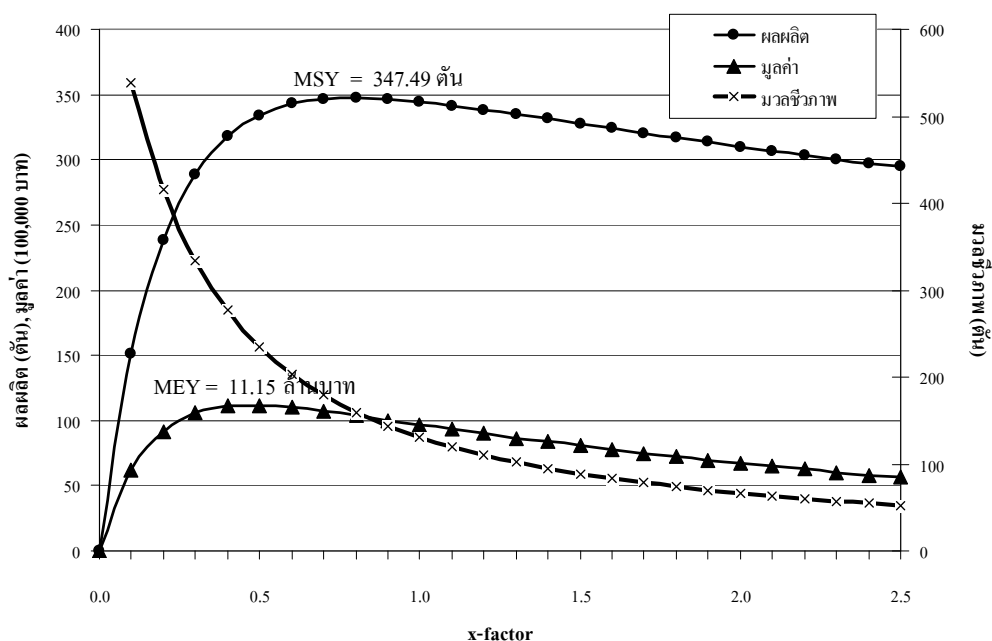
7. แบบจำลองการทำนายผลผลิตของ Thompson and Bell ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว

เมื่อนำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ประชากรเสมือนตามวิธีของ Jones' Length Cohort Analysis มาทำนายผลผลิต หมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนพบว่าใน พ.ศ. 2547 มีผลผลิตเท่ากับ 2,231.59 ตัน มวลชีวภาพเท่ากับ 1,047.02 ตัน คิดเป็นมูลค่า 123.31 ล้านบาท เมื่อทดลองปรับเปลี่ยนระดับการลงแรงประมง ในระดับต่างๆ พบว่า ผลผลิต มวลชีวภาพ และมูลค่า (เมื่อกำหนดให้ราคาสัตว์น้ำในแต่ละขนาดมีค่าคงที่) มีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อลดการลงแรงประมงลงต่ำกว่าการลงแรงประมงในปัจจุบัน โดยจะมีค่า MSY เท่ากับ 4,121.58 ตัน เมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 85 จากการลงแรงประมงในปัจจุบัน หรือลดลงเหลือ 479,199 ชั่วโมง จาก 3,194,663 ชั่วโมง คิดเป็นเรืออวนลากคู่และอวนลากแผ่นตะเฒ่า จำนวน 167 และ 203 ลำ จากเดิม 1,111 และ 1,353 ลำ ตามลำดับ และที่ระดับการลงแรงประมงเดียวกันนี้ให้ MEY เท่ากับ 339.01 ล้านบาท (ตารางผนวกที่ 25 - 26 และภาพที่ 49) ส่วนหมึกกระดองชนิด *S. inermis* ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนพบว่าใน พ.ศ. 2547 มีผลผลิตเท่ากับ 344.47 ตัน มวลชีวภาพเท่ากับ 130.57 ตัน คิดเป็นมูลค่า 9.67 ล้านบาท เมื่อทดลองปรับเปลี่ยนระดับการลงแรงประมง ในระดับต่างๆ พบว่า

ผลผลิต มวลชีวภาพ และมูลค่า (เมื่อกำหนดให้ราคาสัตว์น้ำในแต่ละขนาดมีค่าคงที่) มีปริมาณเพิ่มขึ้น เมื่อลดการลงแรงประมงลงต่ำกว่าการลงแรงประมงในปัจจุบัน โดยจะมีค่า MSY เท่ากับ 347.49 ตัน เมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 20 จากการลงแรงประมงในปัจจุบัน หรือลดลงเหลือ 2,219,184 ชั่วโมง จาก 2,773,980 ชั่วโมง คิดเป็นเรืออวนลากคู่และอวนลากแผ่นตะเฒ่า จำนวน 889 และ 1,082 ลำ จากเดิม 1,111 และ 1,353 ลำ ตามลำดับ และมีค่า MEY เท่ากับ 11.15 ล้านบาท เมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 50 จากการลงแรงประมงในปัจจุบัน หรือลดลงเหลือ 1,386,990 ชั่วโมง จาก 2,773,980 ชั่วโมง คิดเป็นเรืออวนลากคู่และอวนลากแผ่นตะเฒ่า จำนวน 556 และ 677 ลำ จากเดิม 1,111 และ 1,353 ลำ ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 27, 28 และภาพที่ 50)



ภาพที่ 49 ผลผลิต มวลชีวภาพ และมูลค่าผลผลิต พ.ศ. 2547 ของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน ที่ระดับการทำการประมงที่ F-factor ต่างๆ กัน



ภาพที่ 50 ผลผลิต มวลชีวิภาพ และมูลค่าผลผลิต พ.ศ. 2547 ของหมึกกระดองชนิด *S. inermis* ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน ที่ระดับการทำการประมงที่ F-factor ต่างๆ กัน

จากผลการศึกษาที่ได้แสดงว่าใน พ.ศ. 2547 มีการนำเอาทรัพยากรหมึกกระดอง ทั้งสองชนิดขึ้นมาใช้ประโยชน์มากเกินระดับที่เหมาะสม กล่าวคือหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* มีการลงแรงประมงเกินจุด MSY และ MEY ร้อยละ 85 และหมึกกระดองชนิด *S. inermis* มีการลงแรงประมงเกินจุด MSY ร้อยละ 20 และเกินจุด MEY ร้อยละ 50

8. แบบจำลองผลผลิตส่วนเกิน

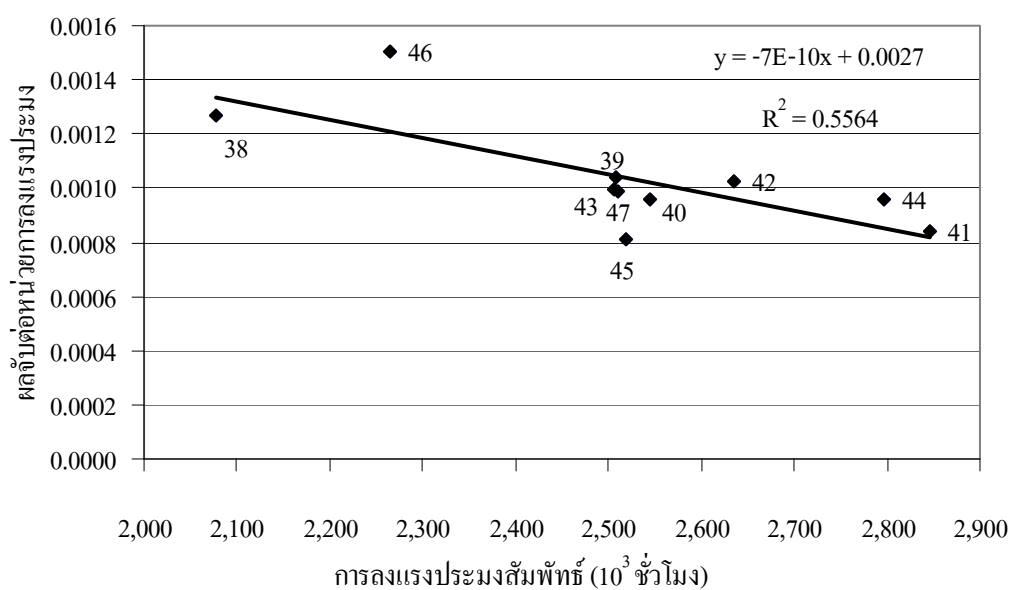
ผลจับหมึกกระดองต่อชั่วโมงในการลงแรงประมง (CPUE) จากเครื่องมือประมงอวนลากแผ่นตะเฒ อวนลากคู่ และอวนรุน ระหว่างปี 2538-2547 จากสถิติการประมง นำมาทำการปรับค่ามาตรฐานการลงแรงประมงในตารางผนวกที่ 29 และ 30 จากนั้นจึงนำค่าการลงแรงประมงสัมพัทธ์ (ตารางผนวกที่ 31) มาหาค่าผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืนและการลงแรงประมงที่เหมาะสมตามวิธีของ Scheafer และ Fox (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืนและการลงแรงประมงที่เหมาะสมในการทำการประมง
หมึกกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบนตามวิธีของ Schaefer และ Fox

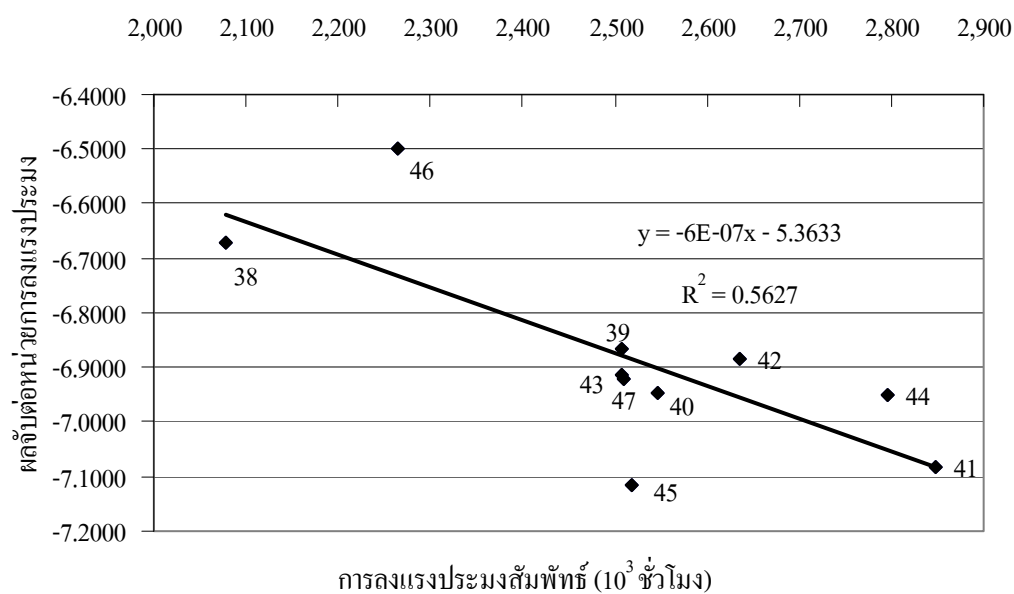
ปี	ผลผลิตทั้งหมด	การลงแรงประมง	CPUE (Schaefer) (กก/ชม)	CPUE (Fox) (กก/ชม)
	Y_i	f_i	Y_i/f_i	$LN(Y_i/f_i)$
2538	2,634	2,078,470	0.0013	-6.6707
2539	2,613	2,507,223	0.0010	-6.8666
2540	2,449	2,545,756	0.0010	-6.9466
2541	2,391	2,846,947	0.0008	-7.0823
2542	2,695	2,635,106	0.0010	-6.8852
2543	2,491	2,506,497	0.0010	-6.9138
2544	2,679	2,795,644	0.0010	-6.9503
2545	2,046	2,519,101	0.0008	-7.1159
2546	3,402	2,264,049	0.0015	-6.5006
2547	2,472	2,509,327	0.0010	-6.9226
จุดตัดบนแกน Y (a หรือ c)			0.0027	-5.3633
ความชัน (b หรือ d)			-6.76×10^{-10}	-6.04×10^{-7}
MSY	Schaefer:	$-0.25 \cdot (a^2/b)$	2,782 ตัน	
	Fox:	$-(1/d) \cdot e^{-1}$	2,855 ตัน	
f_{MSY}	Schaefer:	$-0.5 \cdot (a/b)$	2,028,624 ชั่วโมง	
	Fox:	$-1/d$	1,656,039 ชั่วโมง	

จากตารางที่ 6 ค่า MSY ของการทำการประมงหมึกกระดองในอ่าวไทยตอนบนตามวิธีของ Schaefer มีค่าเท่ากับ 2,782 ตัน โดยมีการลงแรงประมงที่เหมาะสมเท่ากับ $2,028 \times 10^3$ ชั่วโมง และค่า MSY ของการทำการประมงหมึกกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบนตามวิธีของ Fox มีค่าเท่ากับ 2,855 ตัน และมีการลงแรงประมงที่เหมาะสมเท่ากับ $1,656 \times 10^3$ ชั่วโมง

ความสัมพันธ์ของการลงแรงประมงสัมพัทธ์และผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมงสัมพัทธ์ของการจับหมึกกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบนมีแนวโน้มลดลงทั้งแบบจำลองของ Schaefer และแบบจำลองของ Fox (ภาพที่ 51 และ 52)



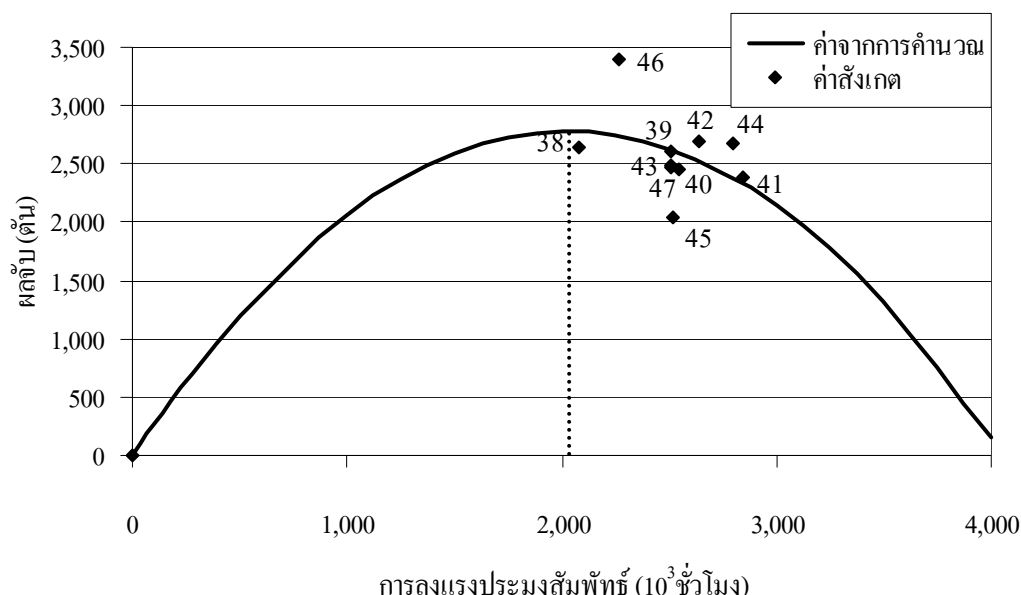
ภาพที่ 51 ความสัมพันธ์ของการลงแรงประมงสัมพัทธ์และผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมง สัมพันธ์ตามแบบจำลองของ Scheafer



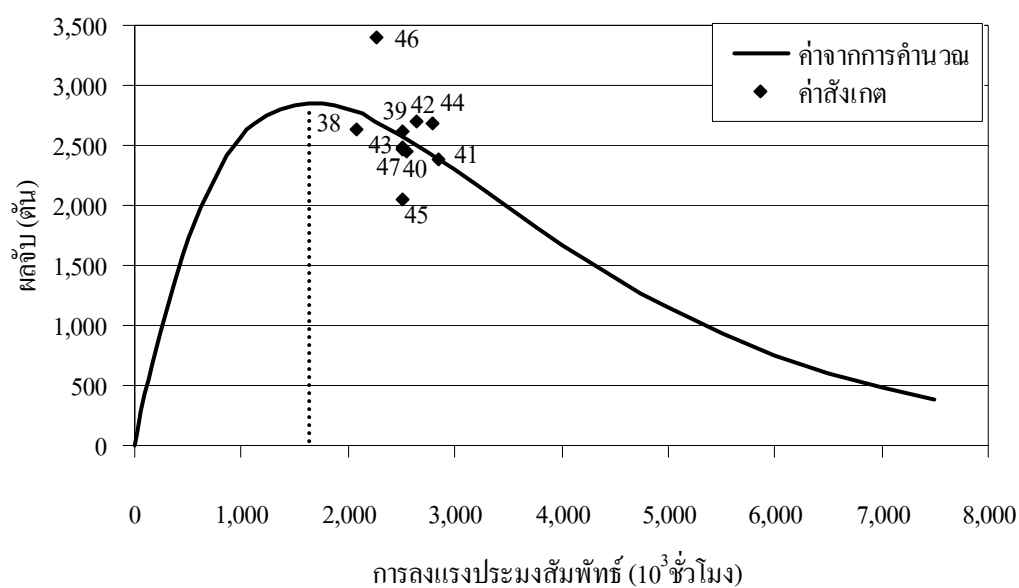
ภาพที่ 52 ความสัมพันธ์ของการลงแรงประมงสัมพัทธ์และผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมง สัมพันธ์ตามแบบจำลองของ Fox

ผลจับหมีกระดองตามแบบจำลองทั้งสองแบบมีเส้นโค้งผลจับตามภาพที่ 53 และภาพที่ 54 โดยมีแนวโน้มลดลง และผลจับหมีกระดองในปัจจุบันเป็นผลจับที่เลขจุดที่ให้ผลผลิตที่สูงสุด อย่างยั่งยืนตามแบบจำลองทั้งของ Scheafer และ Fox

จากตารางที่ 7 เมื่อวิเคราะห์ผลผลิตโดยลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 10-35 จากการลงแรงประมงใน พ.ศ. 2547 พบว่า ผลผลิตหมีกระดองจะเพิ่มขึ้นเมื่อลดการลงแรงประมงลง จากแบบจำลองของ Scheafer ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 20 หรือเท่ากับการทำการประมงเพียงร้อยละ 80 ของการลงแรงประมงในปัจจุบัน คิดเป็นเรือประมงจำนวน 3,773 ลำ จากเดิม 4,716 ลำ และแบบจำลองของ Fox ผลผลิตจะเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 35 หรือเท่ากับการทำการประมงเพียงร้อยละ 65 ของการลงแรงประมงในปัจจุบัน คิดเป็นเรือประมงจำนวน 3,065 ลำ จากเดิม 4,716 ลำ ซึ่งผลการวิเคราะห์ตามแบบจำลองผลผลิตส่วนเกินที่เป็นการมองภาพรวมของหมีกระดองในอ่าวไทยตอนบนจากทุกเครื่องมือสอดคล้องกับการศึกษาด้วยแบบจำลองการทำนายผลผลิต กล่าวคือทั้งสองแบบจำลองแสดงถึงผลผลิตที่เพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อมีการลดแรงงานประมงลงมากกว่าร้อยละ 20 ของการลงแรงประมงในปัจจุบัน และสอดคล้องกับ มาลา (2538) ที่ประเมินผลผลิตสูงสุดที่ยั่งยืนของหมีกระดองในอ่าวไทย พ.ศ. 2514 – 2534 และพบว่าหมีกระดองถูกจับเกินกำลังผลิตตามธรรมชาติ



ภาพที่ 53 เส้นโค้งผลจับหมีกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบนตามแบบจำลองของ Scheafer



ภาพที่ 54 เส้นโค้งผลจับหมึกกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบนตามแบบจำลองของ Fox

ตารางที่ 7 ผลจับหมึกกระดองเมื่อมีการลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 10-35 เทียบกับการลงแรงประมงในปี 2547 ตามวิธีของ Scheafer และ Fox

	ปัจจุบัน (2547)	ลดการลงแรง ประมงลงร้อยละ 10		ลดการลงแรง ประมงลงร้อยละ 20		ลดการลงแรง ประมงลงร้อยละ 30		ลดการลงแรง ประมงลงร้อยละ 35	
		Scheafer	Fox	Scheafer	Fox	Scheafer	Fox	Scheafer	Fox
ผลจับ (ตัน)	2,472	2,746	2,706	2,782	2,799	2,732	2,850	2,675	2,854
การลงแรงประมง (*10 ³ ชั่วโมง)	2,509	2,258	2,258	2,007	2,007	1,756	1,756	1,631	1,631

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาข้อมูลการแพร่กระจาย การหาพารามิเตอร์การเจริญเติบโต พารามิเตอร์การตาย การหาประชากรเสมือน การทำนายผลผลิตในอนาคตของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* และ *S. inermis* สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

1. หมึกกระดองทั้งสองชนิดมีการแพร่กระจายทั่วทั้งอ่าวไทยตอนบน แต่มีปริมาณมากบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันตก เขตอำเภอชะอำ จังหวัดเพชรบุรี และเขตอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ หมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ขนาดเล็กกว่า 6 เซนติเมตร มีปริมาณมากในเดือนมกราคม มีนาคม พฤษภาคม และกรกฎาคม ส่วนหมึกกระดองชนิด *S. inermis* ขนาดเล็กกว่า 4 เซนติเมตร มีปริมาณมากในเดือนมีนาคม และเดือนกรกฎาคม

2. ผลการทำนายผลผลิตตามแบบจำลองการทำนายผลผลิตของ Thompson and Bell พบว่า MSY ของการทำประมงหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* มีค่าเท่ากับ 4,121.58 ตัน เมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 85 และ MEY ของการทำประมงหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* มีค่าเท่ากับ 339.01 ล้านบาท เมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 85 เช่นกัน ส่วน MSY ของการทำประมงหมึกกระดองชนิด *S. inermis* มีค่าเท่ากับ 347.49 ตัน เมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 20 และ MEY ของการทำประมงหมึกกระดองชนิด *S. inermis* มีค่าเท่ากับ 11.15 ล้านบาท เมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 50 และผลการทำนายผลผลิตจากแบบจำลองผลผลิตส่วนเกินด้วยวิธีของ Scheafer ได้ค่า MSY ของการทำประมงหมึกกระดองในอ่าวไทยตอนบนเท่ากับ 2,782 ตัน และด้วยวิธีของ Fox ได้ค่า MSY ของการทำประมงหมึกกระดองในอ่าวไทยตอนบนเท่ากับ 2,855 ตัน

3. ระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสมสำหรับการประมงหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* คือเมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 85 หรือลดจำนวนเรือประมงอวนลากคู่ลงเหลือ 167 ลำ เรืออวนลากแผ่นตะเฆ่เหลือ 203 ลำ หมึกกระดองชนิด *S. inermis* ระดับการลงแรงประมงที่ให้ค่า MSY คือเมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 20 หรือลดเรืออวนลากแผ่นตะเฆ่ลงเหลือ 1,082 ลำ ระดับการลงแรงประมงที่ให้ค่า MEY คือเมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 50 หรือลดเรืออวนลากแผ่นตะเฆ่ลงเหลือ 677 ลำ โดยคิดเทียบจำนวนเรือในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547 ซึ่งมีเรืออวนลากแผ่นตะเฆ่ 1,111 ลำ และเรืออวนลากคู่ 1,353 ลำ เมื่อมองในภาพรวมของหมึกทุกชนิดจากแบบจำลองของ

Scheafer ระดับการลงแรงประมงที่เหมาะสม คือเมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 20 หรือคิดเป็นเรือประมงจำนวน 3,773 ลำ และแบบจำลองของ Fox คือเมื่อลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 35 หรือคิดเป็นเรือประมงจำนวน 3,065 ลำ โดยคิดเทียบจากเรือประมงทุกชนิดในอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547 จำนวน 4,716 ลำ

4. ขนาดตาอวนที่เหมาะสมสำหรับอวนลากแผ่นตะเฆ่ และอวนลากคู่ในการทำประมงหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* เท่ากับ 3.48 และ 2.93 เซนติเมตร ส่วนขนาดตาอวนที่เหมาะสมสำหรับอวนลากแผ่นตะเฆ่ในการทำประมงหมึกกระดองชนิด *S. inermis* เท่ากับ 3.24 เซนติเมตร

ข้อเสนอแนะ

การจัดการการประมงหมึกกระดอง (*S. aculeata* และ *S. inermis*) ในบริเวณอ่าวไทยตอนบนจากการศึกษาในครั้งนี้ได้ข้อเสนอแนะดังนี้

1. ควรมีการขยายขนาดตาอวนก้นถุงของเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฆ่จากเดิม 2.5 เป็น 3.2 เซนติเมตร เนื่องจากตาอวนขนาด 2.5 เซนติเมตร จับได้หมึกกระดองขนาดเล็กกว่าขนาดแรกเริ่ม สืบพันธุ์ หมึกกระดองจึงไม่มีโอกาสแพร่พันธุ์เพิ่มจำนวนก่อนถูกจับมาใช้ประโยชน์

2. จากผลการศึกษา MSY และ MEY ต้องมีการลดการลงแรงประมงหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ลงร้อยละ 85 ซึ่งจะทำให้มีค่า MSY หรือให้ผลผลิต 4,121.58 ตัน และผลผลิตดังกล่าวเป็นผลผลิตที่ให้ค่า MEY และต้องลดการลงแรงประมงหมึกกระดองชนิด *S. inermis* ลงร้อยละ 20 จะทำให้ได้ค่า MSY หรือให้ผลผลิต 347.49 ตัน และต้องลดการลงแรงประมงลงร้อยละ 50 จึงจะได้ค่า MEY และหากมองภาพรวมของหมึกกระดองทุกชนิดในบริเวณอ่าวไทยตอนบนควรมีการลดการลงแรงประมงลงอย่างน้อยร้อยละ 20 จึงจะทำให้มีผลผลิตหมึกกระดองใช้อย่างยั่งยืน จึงเห็นได้ว่าปัจจุบันเรามีการทำประมงเกินศักยภาพการผลิต หากสถานการณ์ยังคงเป็นเช่นนี้จะทำให้ทรัพยากรหมึกกระดองไม่สามารถเติบโตเข้ามาทดแทนได้ทันและจะทำให้ทรัพยากรลดน้อยลง ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องมีมาตรการในการลดการลงแรงประมงลง เช่น มาตรการในการลดจำนวนเรือประมงหรือการออกใบอนุญาตในการทำประมง มาตรการในการสนับสนุนให้ชาวประมงมีการปรับเปลี่ยนเครื่องมือประมงอวนลากเป็นเครื่องมือชนิดอื่น หรือเพื่อประกอบอาชีพอื่น หรือลดความช่วยเหลือในเรื่องราคาน้ำมัน เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการออกมาตรการเพื่อ

ลดการลงแรงประมงจะมีผลกระทบต่อภาคธุรกิจประมง ดังนั้นจึงควรพิจารณาในเรื่องที่เกี่ยวข้องให้รอบครอบก่อนดำเนินการ

3. ช่วงเดือนมีนาคม เป็นช่วงที่หมึกกระดองมีขนาดเล็กทั้งชนิด *S. aculeata* และ *S. inermis* ดังนั้นหากมีมาตรการห้ามทำประมงหมึกกระดองขนาดเล็กในช่วงเวลาดังกล่าวจะเป็นการช่วยรักษาทรัพยากรหมึกกระดองให้มีโอกาสเติบโตเพิ่มมูลค่า และมีโอกาสในการแพร่พันธุ์ก่อนที่จะถูกนำมาใช้ประโยชน์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมประมง. 2515. จำนวนเรือประมงที่จดทะเบียนการครอบครองเครื่องมือทำการประมง 2513-2514, สถิติเรือประมง. แผนกสถิติ, กรมประมง, กระทรวงเกษตร.

_____. 2530. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี 2528. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2530. ฝ่ายสถิติการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2531. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี 2529. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2531. ฝ่ายสถิติการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2532. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี 2530. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2532. ฝ่ายสถิติการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2533. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี 2531. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2533. ฝ่ายสถิติและประมวผล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2534. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี 2532. เอกสารวิชาการฉบับ 5/2534. ฝ่ายสถิติและประมวผล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2535. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี 2533. เอกสารวิชาการฉบับที่ 2/2535. ฝ่ายสถิติและประมวผล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2536. สถิติการประมงแห่งประเทศไทยปี พ.ศ.2534. ฝ่ายสถิติประมวผล, กองนโยบายและแผนงานประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2538ก. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี 2535. เอกสารวิชาการฉบับ 2/2538. กลุ่มสถิติและสารสนเทศการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2538ข. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ.2536. ฝ่ายสถิติและสารสนเทศการประมง, กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- _____. 2538ค. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ.2537. ฝ่ายสถิติและสารสนเทศการประมง, กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2541ก. สถิติการประมงทะเล 2538 ดำรงโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2541. กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2541ข. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ.2538. เอกสารฉบับที่ 5/2541. ฝ่ายสถิติและสารสนเทศการประมง, กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2542ก. สถิติการประมงทะเล 2539 ดำรงโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 7/2542. กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2542ข. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ.2539. เอกสารฉบับที่ 5/2542. ฝ่ายสถิติและสารสนเทศการประมง, กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2543ก. สถิติการประมงทะเล 2540 ดำรงโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2543. กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2543ข. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ.2540. เอกสารฉบับที่ 8/2543. ฝ่ายสถิติและสารสนเทศการประมง, กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2544ก. สถิติการประมงทะเล 2541 ดำรงโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 12/2544. กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2544ข. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ.2541. เอกสารฉบับที่ 6/2544. ฝ่ายสถิติและสารสนเทศการประมง, กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

- _____. 2545. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี 2542. เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/2545. กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2546ก. รวมกฎหมายเกี่ยวกับการประมง. สำนักบริหารจัดการด้านการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2546ข. สถิติการประมงทะเล 2542 ดำรงโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2546. กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2546ค. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ.2543. เอกสารฉบับที่ 4/2546. ฝ่ายสถิติและสาร สนเทศการประมง, กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2547ก. สถิติการประมงทะเล 2543 ดำรงโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 4/2547. กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2547ข. สถิติการประมงทะเล 2544 ดำรงโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2547. กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2547ค. สถิติการประมงทะเล 2545 ดำรงโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 34/2547. กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2547ง. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ.2544. เอกสารฉบับที่ 15/2547. ฝ่ายสถิติและสาร สนเทศการประมง, กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2547จ. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ.2545. เอกสารฉบับที่ 30/2547. ฝ่ายสถิติและสาร สนเทศการประมง, กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2547ฉ. สถิติเรือประมงไทย ปี 2545. เอกสารฉบับที่ 17/2547. ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2548ก. สถิติการประมงทะเล 2546 ดำรงโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 18/2548. กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2548ข. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2546. เอกสารวิชาการฉบับที่ 6/2548. ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2549ก. สถิติการประมงทะเล 2547 ดำรงโดยวิธีการสุ่มตัวอย่าง. เอกสารวิชาการฉบับที่ 11/2549. กองเศรษฐกิจการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____. 2549ข. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2547. เอกสารฉบับที่ 4/2549. ศูนย์สารสนเทศ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เกษม จันทร์แก้ว. 2547. การจัดการสิ่งแวดล้อมแบบผสมผสาน. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จันทร์ทิพย์ บรรลือเดช. 2546. ระดับการประมงที่เหมาะสมของทรัพยากรปลาทุบแขกครีบยาว *Decapterus marudsi* (Temminck & Schlegel, 1842) ทางฝั่งทะเลอันดามัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จารุวัฒน์ นกิตะภักดิ์ ปิติพร นิลพัฒน์ และจิราพร สุริยวรากุล. 2539. พฤติกรรมการเลือกหน้าดินที่มีความสว่างต่างระดับของปลาหมึกหอมและปลาหมึกกระดอง. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.

จิราพร สุริยวรากุล. 2546. ความสัมพันธ์ของอายุหมึกกระดองลายเสือ *Sepia pharaonis* Ehrenberg, 1831 กับจำนวนลายบนกระดอง และสัดส่วนของจะงอยปาก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- เจดจินดา โชติยะปุตตะ. 2520. การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับน้ำหนักและอัตราส่วนเพศของปลาหมึกกระดอง (*Sepia spp.*) ที่พบในอ่าวไทย. รายงานวิชาการงานสัตว์น้ำอื่น ๆ ฉบับที่ 9/2520. งานสัตว์น้ำอื่น ๆ กองประมงทะเล กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- _____. 2522. ชีววิทยาของหมึกกระดอง *Sepia aculeata* Ferussac and d' Orbigny ในอ่าวไทย. รายงานประจำปี 2522. งานสัตว์น้ำอื่น ๆ กองประมงทะเล กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- _____. 2536. ชีววิทยาของปลาหมึก. น. 27-49. ใน จารุวัฒน์ นกิตะภัก. ชีววิทยาและการเพาะเลี้ยงปลาหมึก. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, กรมประมง.
- ฐาณกุล อนุกุล. 2545. ทรัพยากรสัตว์น้ำจากเรือสำรวจอวนลากแผ่นตะเฒบริเวณอ่าวไทยตอนบน ปี 2542. เอกสารวิชาการฉบับที่ 18/2545. กองประมงทะเล, กรมประมง. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- ธนัญญา ทรรพนันทน์. 2543. ชีววิทยาประมง. พลวัตประชากรเบื้องต้น II: อายุของสัตว์น้ำกับการเติบโต. น. 43-64. ใน ธนัญญา ทรรพนันทน์, บรรณาธิการ. ชีววิทยาประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- บุญชัย เจียมปรีชา. 2527. การรอดตาย การเจริญเติบโตและความสัมพันธ์ระหว่างความยาวและน้ำหนักตัวของหมึกกระดองที่เลี้ยงในกระชัง. รายงานวิชาการฉบับที่ 45. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2547. การจัดการทรัพยากรเพื่อการส่งเสริมการเกษตร. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. โรงพิมพ์สุโขทัยธรรมมาธิราช.
- มาลา สุพงษ์พันธุ์. 2536. ทรัพยากรปลาหมึกในอ่าวไทย ใน เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 18 ชีววิทยาและการเพาะเลี้ยงปลาหมึก. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง, กรมประมง.

_____. 2538. **ทรัพยากรปลาน้ำจืดในอ่าวไทย**. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 17. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

_____ และเจริญ นิติธรรมยง. 2544. **การประเมินสถานะทรัพยากรสัตว์น้ำในเขตร้อน เล่มที่ 1: คู่มือ**. ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2, เอกสารวิชาการประมง 306/1. องค์การอาหารและเกษตรและสหประชาชาติ. แปลจาก Sparre, P., and S.C. Venema. **Introduction to Tropical Fish Stock Assessment Part 1: Manual**. FAO, Rome.

วิชาญ ศิริชัยเอกวัฒน์. 2544. **ยุทธวิธีแก้ไขปัญหาประมงทะเลของไทยอย่างเป็นรูปธรรมเพื่อความยั่งยืน**. ศูนย์ประมงศึกษา สมุทรสาคร.

สมนึก ไข่มวงษ์. 2536. การจำแนกชนิดของปลาน้ำจืดในอ่าวไทย (ภาคสนาม). น. 5-16. ใน จารุวัฒน์ นกิตะภัก. 2538. **ชีววิทยาและการเพาะเลี้ยงปลาน้ำจืด**. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง, กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, กรมประมง.

_____ และสมศรี พรณวิเชียร. 2536. **แหล่งอนุบาลหมีกบริเวณอ่าวบ้านดอนและเขตติดต่อ**. รายงานวิชาการฉบับที่ 22. กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อมรา ชื่นพันธุ์ และอัจฉรา วิภาศิริ. 2545. **ประเมินสถานะทรัพยากรและแนวทางการจัดการประมงปูม้า (*Portunus pelagicus*) ในอ่าวไทยตอนบน**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 16/2545. กองประมงทะเล กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อัจฉรา วิภาศิริ. 2539. **การประเมินประชากรและแนวทางการจัดการทรัพยากรกุ้งทะเลในอ่าวไทย**. รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2539, กรมประมง.

เอนก จุศิริพงษ์กุล ไพรซ์ เกชาสิทธิ์ รัตนา มั่นประสิทธิ์ ชุมโชค สิงห์ราชย์ และณรงค์ศักดิ์ คงชัย. 2550. **คุณภาพน้ำในแหล่งประมงบริเวณอ่าวไทย**. เอกสารวิชาการฉบับที่ 18. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง.

อำนาจ คงพรหม. 2546. การประเมินสถานะทรัพยากรกุ้งตะกาด, *Metapenaeus affinis*

H. Milne Edwards, 1837, บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ADB/INFOFISH. 1991. **Global Industry Update Cephalopods**. Kuala Lumpur, Malaysia.

Beverton, R. J. H., and S. j. Holt. 1956. **A Review of Methods for Estimating Mortality Rates in Exploited Fish Populations, with Species to Sources of Bias in Catch Sampling**. Rapp. P. -v. Reun. CIEM 140: 67-83.

Beverton, R. J. H., and S. j. Holt. 1957. On the Dynamics of Exploited Fish Populations.
Fish. Invest. Mionist. Agric. Fish. Food G. B., 19: 533

Cadima, E.L. 2002. **Manual of fish stock assessment**. FAO Fisheries Technical Paper. No. 393. FAO, Rome.

Fox, W. W. Jr. 1970. An Exponential Surplus-Yield Model for Optimizing Exploited Fish Populations. **Trans. Am. Fish. Soc.**, 99: 80-88.

Inkong, S. 2002. Thailand (2). P.161-166, in Tajima, T. **Coastal Fisheries Management**. Asian Productivity Organization, Tokyo.

Jereb, P. and Roper, C.F.E.. 2005. **Cephalopods of the World**. An annotated and illustrated catalogue of cephalopod species known to date Vol.1 Chambered nautilus and sepioids (Nautilidae, Sepiidae, Sepiolidae, Sepiadariidae, Idiosepiidae and Spirulidae). Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Jindalikit, J. and K. Sereeruk. 2003. **Distribution and Spawning Grounds of Cuttlefish in the Upper Gulf of Thailand**. Marine Fisheries Research and Development Bureau, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives.

- Jones, S. and N.P. van Zalinge. 1981. Estimates of Mortality Rate and Population Size for Shrimps in Kuwait Water. **Kuwait Bull. Mar. Sci.**, 2: 273-288.
- Juntarashote, K. 2002. Thailand (2). P. 172-178. in Tajima, T. **Coastal Fisheries Management**. Asian Productivity Organization, Tokyo.
- Nabhitabhata, J. 1997. Life Cycle of Three Cultured Generations of Spineless Cuttlefish, *Sepiella inermis* (Ferussac & D'Orbigny, 1848). **Phuket Marine Biological Center Special Publication 17(1)**: 289-298.
- Pauly, D. 1980. A Selection of Simple Methods for the Assessment of Tropical Fish Stock. **FAO Fish. Circ.** 729:1-54.
- _____. 1984. **Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual for Use with Programmable Calculators**. The International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations. **Bull. Fish. Res. Board Can.**, 191: 382.
- Roper, C.F.E., M.J. Sweeney, C.E. Nauen and FAO. 1984. Species Catalogue, Vol. 3, Cephalopods of the World, An Annotated and Illustrated Catalogue of Species of Interest to Fisheries. **FAO. Fish. Synop.** 125 (3): 277
- Schaefer, M. 1954. Some aspects of the Dynamics of populations Important to the Management of the Commercial Marine Fisheries. **Bull. I-ATTC/Bol. CIAT**, 1(2): 27-56.
- Supongpan, M. 2005. **Future Direction for Marine Capture Fisheries Management**. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Thailand.

- Thompson, W. F. and F. H. Bell. 1934. Biological Statistics of the Pacific Halibut Fishery 2 Effect of Changes in Intensity Upon Total Yield and Yield Per Unit of Gear. **Rep. Int. Fish. Comm.**, 8: 49.
- Yunanda,T. 2004. **Management of Blue Swimming Crab (*Portunus pelagicus*) Fishery in the Gulf of Thailand.** M.S. Thesis, Kasetsart University.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์สถิติการแพร่กระจายของผลจับต่อหน่วยการลงแรงประมง
ของหมีกระดองในบริเวณอ่าวไทยตอนบนจากเรือสำรวจประมง 2

Parameter	<i>S. aculeata</i>	<i>S. inermis</i>	5 species in upper Gulf of Thailand
Mean	0.095152	0.010000	0.351886
Standard Error	0.020426	0.008886	0.041870
Median	0.000000	0.000000	0.250000
Mode	0.000000	0.000000	0.300000
Standard Deviation	0.181554	0.078984	0.372147
Sample Variance	0.032962	0.006238	0.138493
Kurtosis	6.985381	77.525288	9.277295
Skewness	2.573167	8.770980	2.499919
Range	0.920000	0.700000	2.298000
Minimum	0.000000	0.000000	0.002000
Maximum	0.920000	0.700000	2.300000
Sum	7.517000	0.790000	27.799000
Count	79.000000	79.000000	79.000000

ตารางผนวกที่ 2 ข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวของผลจับหมีกระดองชนิด *S. aculeata* จำแนกตามรายเดือนใน พ.ศ. 2547 จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

ความยาว	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
0.5-1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0-1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5-2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0-2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5-3.0	0	0	168,904	0	125,157	0	0	0	0	0	0
3.0-3.5	113,676	0	216,587	0	129,172	0	0	0	0	0	0
3.5-4.0	141,444	0	250,414	0	137,203	0	193,579	5,766	0	0	0
4.0-4.5	157,957	13,815	223,159	0	109,452	24,948	213,034	11,531	0	0	0
4.5-5.0	126,380	19,955	170,814	24,078	85,716	24,948	235,732	28,826	30,329	18,377	0
5.0-5.5	94,747	31,851	117,647	26,486	60,024	34,928	197,794	37,474	141,534	73,508	14,388
5.5-6.0	62,503	37,991	78,365	33,709	76,806	64,865	158,559	28,826	80,877	45,942	23,544
6.0-6.5	41,291	48,352	53,182	46,951	89,573	59,875	114,136	23,061	90,986	73,508	36,624
6.5-7.0	31,352	49,887	42,707	46,951	94,000	44,907	118,027	23,061	131,424	91,884	40,547
7.0-7.5	31,963	52,957	45,172	61,398	90,809	64,865	117,378	28,826	141,534	110,261	47,087
7.5-8.0	31,315	48,736	48,155	38,524	84,528	59,875	118,027	23,061	101,096	73,508	52,319
8.0-8.5	29,611	50,271	52,112	44,543	71,968	89,813	117,378	17,296	121,315	82,696	49,703
8.5-9.0	27,407	44,514	56,252	43,340	56,421	49,896	114,136	28,826	101,096	82,696	43,163
9.0-9.5	24,463	39,909	59,326	43,340	42,831	34,928	111,542	37,474	121,315	82,696	41,855
9.5-10.0	21,741	33,770	60,209	46,951	33,153	74,844	107,002	37,474	151,644	91,884	32,700
10.0-10.5	19,463	36,840	58,748	49,359	25,843	59,875	96,626	31,709	80,877	64,319	27,468
10.5-11.0	18,000	37,991	54,547	38,524	21,210	99,792	79,766	28,826	70,767	36,754	26,160
11.0-11.5	16,797	34,921	47,973	36,116	19,563	89,813	62,905	28,826	90,986	73,508	19,620
11.5-12.0	16,463	33,386	40,028	31,301	19,563	74,844	42,153	23,061	80,877	45,942	20,928
12.0-12.5	16,037	34,921	31,536	31,301	18,945	64,865	24,643	54,769	40,439	27,566	20,928
12.5-13.0	15,278	28,781	23,226	16,855	17,710	44,907	0	28,826	20,220	27,566	14,388
13.0-13.5	13,686	16,885	15,829	7,224	17,092	19,959	0	5,766	50,548	36,754	11,772
13.5-14.0	11,815	16,885	9,619	4,816	15,444	0	0	0	20,220	18,377	14,388
14.0-14.5	9,167	12,280	5,206	4,816	12,768	0	0	0	0	18,377	10,464
14.5-15.0	6,204	9,210	0	0	9,164	0	0	0	0	18,377	7,848
15.0-15.5	3,704	6,140	0	0	6,178	0	0	0	0	18,377	7,848
15.5-16.0	0	6,140	0	0	0	0	0	0	0	0	5,232
16.0-16.5	0	3,070	0	0	0	0	0	0	0	0	2,616
16.5-17.0	0	3,070	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.0-17.5	0	1,535	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.5-18.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	1,082,464	754,063	1,929,717	676,583	1,470,293	1,082,747	2,222,417	533,285	1,668,084	1,212,877	571,590

ตารางผนวกที่ 3 ข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาว ของผลจับหมีกระดองชนิด *S. aculeata*
 จำแนกตามรายเดือนใน พ.ศ. 2547 จากเครื่องมืออวนลากคู่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

ความยาว	ม.ก.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
0.5-1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0-1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5-2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0-2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5-3.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.0-3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.5-4.0	0	0	0	0	0	55,960	0	0	0	0	0
4.0-4.5	14,292	0	0	0	0	68,530	0	0	0	0	0
4.5-5.0	17,644	0	0	0	0	75,098	0	2,419	3,330	6,009	4,471
5.0-5.5	19,624	0	0	0	0	57,129	5,639	3,379	5,550	8,584	5,678
5.5-6.0	15,570	0	0	0	0	39,558	8,458	4,799	7,770	11,960	7,736
6.0-6.5	11,840	0	0	1,133	0	22,585	10,337	5,260	7,770	14,478	10,148
6.5-7.0	8,252	0	0	1,133	1,574	12,491	13,156	7,602	13,319	17,854	11,355
7.0-7.5	6,421	4,205	0	2,644	2,740	9,038	12,217	9,521	23,207	21,230	10,929
7.5-8.0	6,104	5,257	982	4,154	3,527	12,185	18,745	11,901	26,536	22,890	11,355
8.0-8.5	7,138	6,858	982	6,042	3,527	15,173	21,564	14,282	35,314	27,124	12,490
8.5-9.0	7,766	6,858	2,443	7,175	6,646	17,563	29,032	19,003	48,531	31,359	11,710
9.0-9.5	8,192	7,909	2,443	9,818	8,978	19,039	30,912	20,923	56,199	34,735	11,710
9.5-10.0	8,212	6,358	2,945	9,818	10,523	19,680	31,851	20,923	55,089	33,876	10,929
10.0-10.5	7,989	5,857	4,406	10,950	11,310	19,289	27,202	19,963	56,199	34,735	11,355
10.5-11.0	7,665	5,857	6,346	10,573	10,931	18,500	27,202	19,003	51,860	32,217	10,219
11.0-11.5	7,259	7,409	6,825	10,195	8,220	17,430	24,383	16,662	44,192	27,982	9,013
11.5-12.0	6,692	6,358	7,304	8,307	6,268	16,200	20,624	13,322	34,304	23,748	8,658
12.0-12.5	6,124	7,910	8,742	7,930	4,723	14,808	19,685	10,942	25,527	19,514	8,232
12.5-13.0	5,516	8,961	9,221	6,420	5,102	13,291	17,805	9,061	18,868	16,138	7,381
13.0-13.5	4,725	7,359	8,742	5,287	5,481	11,253	13,107	6,719	12,209	11,903	5,749
13.5-14.0	3,914	4,756	6,802	4,909	5,481	8,973	6,579	3,379	0	7,669	4,116
14.0-14.5	2,819	0	5,341	4,154	5,102	6,251	5,639	2,458	0	3,434	2,058
14.5-15.0	1,846	0	0	3,021	3,936	3,888	2,820	1,498	0	0	0
15.0-15.5	0	0	0	0	1,983	0	1,880	999	0	0	0
15.5-16.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.0-16.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16.5-17.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.0-17.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.5-18.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	185,604	91,912	73,524	113,663	106,052	553,912	348,837	224,018	525,774	407,439	175,292

ตารางผนวกที่ 4 ข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวของผลจับหมีกระดองชนิด *S. aculeata* จำแนกตามรายเดือน
ใน พ.ศ.2547 จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่และเครื่องมืออวนลากคู่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

ความยาว	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
0.5-1.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.0-1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5-2.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.0-2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5-3.0	0	0	219,575	0	162,704	0	0	0	0	0	0
3.0-3.5	147,779	0	281,563	0	167,924	0	0	0	0	0	0
3.5-4.0	183,877	0	325,538	0	178,364	55,960	251,653	7,496	0	0	0
4.0-4.5	219,636	17,960	290,107	0	142,288	100,962	276,944	14,990	0	0	0
4.5-5.0	181,938	25,942	222,058	31,301	111,431	107,530	306,452	39,893	42,758	29,899	4,471
5.0-5.5	142,795	41,406	152,941	34,432	78,031	102,535	262,771	52,095	189,544	104,144	24,382
5.5-6.0	96,824	49,388	101,875	43,822	99,848	123,883	214,585	42,273	112,910	71,685	38,343
6.0-6.5	65,518	62,858	69,137	62,169	116,445	100,423	158,714	35,239	126,052	110,038	57,759
6.5-7.0	49,010	64,853	55,519	62,169	123,774	70,870	166,591	37,581	184,170	137,303	64,066
7.0-7.5	47,973	73,049	58,724	82,461	120,792	93,363	164,808	46,995	207,201	164,569	72,142
7.5-8.0	46,814	68,614	63,584	54,235	113,413	90,023	172,180	41,880	157,961	118,450	79,370
8.0-8.5	45,632	72,210	68,728	63,948	97,085	131,930	174,155	36,767	193,024	134,629	77,104
8.5-9.0	43,395	64,726	75,571	63,517	79,993	82,428	177,409	56,477	179,956	138,864	67,822
9.0-9.5	39,994	59,791	79,567	66,160	64,658	64,445	175,917	69,639	213,909	142,240	66,122
9.5-10.0	36,475	50,259	81,217	70,854	53,622	116,977	170,954	69,639	252,226	153,325	53,439
10.0-10.5	33,291	53,749	80,778	75,117	44,906	97,127	152,816	61,185	161,339	118,350	47,063
10.5-11.0	31,065	55,245	77,257	60,654	38,504	148,230	130,898	56,477	143,857	79,997	44,227
11.0-11.5	29,095	52,806	69,190	57,146	33,652	134,187	106,160	54,136	162,474	123,542	34,519
11.5-12.0	28,094	49,760	59,340	48,998	31,700	113,497	75,423	43,301	139,444	83,473	35,864
12.0-12.5	26,972	53,307	49,739	48,621	29,352	99,133	51,721	82,142	78,098	55,350	35,438
12.5-13.0	25,377	46,376	39,415	28,332	28,125	71,670	17,805	46,535	45,154	51,974	26,085
13.0-13.5	22,517	29,310	29,320	14,678	27,701	37,200	13,107	14,215	77,921	59,683	21,053
13.5-14.0	19,274	26,707	19,307	11,170	25,558	8,973	6,579	3,379	26,286	31,559	22,820
14.0-14.5	14,736	15,964	12,109	10,415	21,700	6,251	5,639	2,458	0	27,324	15,661
14.5-15.0	9,911	11,973	0	3,021	15,849	3,888	2,820	1,498	0	23,890	10,202
15.0-15.5	4,815	7,982	0	0	10,014	0	1,880	999	0	23,890	10,202
15.5-16.0	0	7,982	0	0	0	0	0	0	0	0	6,802
16.0-16.5	0	3,991	0	0	0	0	0	0	0	0	3,401
16.5-17.0	0	3,991	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.0-17.5	0	1,996	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17.5-18.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	1,592,807	1,072,194	2,582,156	993,221	2,017,433	1,961,483	3,237,979	917,289	2,694,283	1,984,179	918,359

ตารางผนวกที่ 5 ข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวของผลจับหมีกระดองชนิด *S. inermis* จำแนกตามรายเดือนใน พ.ศ. 2547 จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน

ความยาว	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
0.5-1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.0-1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5-2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.0-2.5	-	-	-	-	-	-	197,413	-	-	-	-
2.5-3.0	-	-	93,771	-	-	-	255,683	-	-	-	-
3.0-3.5	-	30,699	104,425	14,447	7,798	-	222,056	17,296	-	-	-
3.5-4.0	30,092	53,724	117,361	36,116	20,274	-	192,320	28,826	20,220	18,377	20,569
4.0-4.5	99,536	82,504	82,271	54,174	35,870	24,948	162,583	49,004	90,986	64,319	71,991
4.5-5.0	99,536	90,179	89,120	56,582	35,870	34,928	128,956	49,004	70,767	45,942	65,135
5.0-5.5	57,870	157,333	42,615	80,659	48,346	34,928	83,656	54,769	90,986	45,942	47,994
5.5-6.0	30,092	74,829	35,006	68,621	40,548	24,948	78,468	37,474	30,329	18,377	20,569
6.0-6.5	16,204	59,480	22,069	49,359	32,751	34,928	65,499	49,004	70,767	27,566	20,569
6.5-7.0	30,092	59,480	15,220	31,301	18,715	9,980	48,638	31,709	50,548	27,566	27,425
7.0-7.5	-	46,049	7,610	24,078	15,596	19,959	29,831	-	-	-	-
7.5-8.0	-	23,025	3,044	14,447	10,917	9,980	16,861	-	-	-	-
8.0-8.5	-	-	-	4,816	6,239	-	7,782	-	-	-	-
8.5-9.0	-	-	-	2,408	3,120	-	2,594	-	-	-	-
9.0-9.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9.5-10.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.0-10.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10.5-11.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.0-11.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11.5-12.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.0-12.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.5-13.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.0-13.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13.5-14.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14.0-14.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14.5-15.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
รวม	363,422	677,302	612,512	437,008	276,044	194,599	1,492,340	317,086	424,603	248,089	274,252

ตารางผนวกที่ 6 ค่าโอกาสที่จะถูกจับ (probability of capture) ของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata*
ด้วยเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547

ความยาวกึ่งกลาง (ซม.) (X)	ผลจับ (ตัว)	ผลจับสะสม	โอกาสที่จะถูกจับ	ค่าสังเกตสัดส่วนการถูกกัก	ค่าประมาณสัดส่วนการถูกกัก
				$S_L \text{ obs. (Y)}$	$S_L \text{ est.}$
0.75	0	0	0.00000		0.00901
1.25	0	0	0.00000		0.01875
1.75	0	0	0.00000		0.03860
2.25	0	0	0.00000		0.07781
2.75	294,061	294,061	0.02227	3.78197	0.15061
3.25	459,435	753,496	0.05707	2.80480	0.27146
3.75	728,406	1,481,902	0.11223	2.06816	0.43915
4.25	753,896	2,235,798	0.16933	1.59041	0.62199
4.75	765,155	3,000,953	0.22727	1.22377	0.77567
5.25	830,381	3,831,334	0.29016	0.89460	0.87903
5.75	691,987	4,523,321	0.34257	0.65187	0.93853
6.25	677,539	5,200,860	0.39388	0.43102	0.96978
6.75	714,747	5,915,607	0.44801	0.20871	0.98539
7.25	792,250	6,707,857	0.50801	-0.03205	0.99299
7.75	679,144	7,387,001	0.55945	-0.23892	0.99665
8.25	726,706	8,113,707	0.61448	-0.46620	0.99840
8.75	647,747	8,761,454	0.66354	-0.67911	0.99924
9.25	639,679	9,401,133	0.71198	-0.90504	0.99964
9.75	691,372	10,092,505	0.76435	-1.17665	0.99983
10.25	551,127	10,643,632	0.80608	-1.42476	0.99992
10.75	512,337	11,155,969	0.84489	-1.69504	0.99996
11.25	521,028	11,676,997	0.88434	-2.03424	0.99998
11.75	428,546	12,105,543	0.91680	-2.39965	0.99999
12.25	365,950	12,471,493	0.94452	-2.83456	1.00000
12.75	237,757	12,709,250	0.96252	-3.24579	1.00000
13.25	195,515	12,904,765	0.97733	-3.76372	1.00000
13.75	111,564	13,016,329	0.98578	-4.23863	1.00000
14.25	73,078	13,089,407	0.99131	-4.73713	1.00000
14.75	50,803	13,140,210	0.99516	-5.32596	1.00000
15.25	42,247	13,182,457	0.99836	-6.41104	1.00000
15.75	11,372	13,193,829	0.99922	-7.15623	1.00000
16.25	5,686	13,199,515	0.99965	-7.96079	1.00000
16.75	3,070	13,202,585	0.99988	-9.05964	1.00000
17.25	1,535	13,204,120	1.00000		1.00000
17.75	0	13,204,120	1.00000		1.00000

ตารางผนวกที่ 7 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวแมนเทิลกับ
ค่าสังเกตสัดส่วนการถูกกัก ของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ด้วยเครื่องมือ
อวนลากแผ่นตะเฒ่

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.973639
R Square	0.947972
Adjusted R Square	0.946045
Standard Error	0.754256
Observations	29

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	279.873	279.8730166	491.953459	7.28113E-19
Residual	27	15.36034	0.56890141		
Total	28	295.2334			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	5.442896	0.35522	15.32260666	7.6804E-15	4.714044427	6.17175
X Variable 1	-0.74261	0.033481	-22.18002387	7.2811E-19	-0.811310566	-0.67392

ตารางผนวกที่ 8 ค่าโอกาสที่จะถูกจับ (probability of capture) ของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ด้วยเครื่องมืออวนลากคู่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547

ความยาวกึ่งกลาง (ซม.) (X)	ผลจับ (ตัว)	ผลจับสะสม	โอกาสที่จะถูกจับ	ค่าสังเกตสัดส่วนการถูกกัก S_L obs. (Y)	ค่าประมาณสัดส่วนการถูกกัก S_L est.
0.75	0	0	0.00000		0.00360
1.25	0	0	0.00000		0.00744
1.75	0	0	0.00000		0.01531
2.25	0	0	0.00000		0.03126
2.75	0	0	0.00000		0.06275
3.25	0	0	0.00000		0.12196
3.75	55,960	55,960	0.01994	3.89474	0.22372
4.25	82,822	138,782	0.04946	2.95590	0.37419
4.75	108,971	247,753	0.08829	2.33466	0.55369
5.25	105,583	353,336	0.12592	1.93752	0.72019
5.75	95,851	449,187	0.16008	1.65764	0.84228
6.25	83,551	532,738	0.18985	1.45095	0.91722
6.75	86,736	619,474	0.22077	1.26121	0.95831
7.25	102,152	721,626	0.25717	1.06073	0.97946
7.75	123,636	845,262	0.30123	0.84144	0.99000
8.25	150,494	995,756	0.35486	0.59773	0.99515
8.75	188,086	1,183,842	0.42189	0.31501	0.99766
9.25	210,858	1,394,700	0.49704	0.01185	0.99887
9.75	210,204	1,604,904	0.57195	-0.28981	0.99945
10.25	209,255	1,814,159	0.64652	-0.60379	0.99974
10.75	200,373	2,014,532	0.71793	-0.93422	0.99987
11.25	179,570	2,194,102	0.78192	-1.27692	0.99994
11.75	151,785	2,345,887	0.83602	-1.62889	0.99997
12.25	134,137	2,480,024	0.88382	-2.02912	0.99999
12.75	117,764	2,597,788	0.92579	-2.52373	0.99999
13.25	92,534	2,690,322	0.95877	-3.14637	1.00000
13.75	56,578	2,746,900	0.97893	-3.83854	1.00000
14.25	37,256	2,784,156	0.99221	-4.84654	1.00000
14.75	17,009	2,801,165	0.99827	-6.35634	1.00000
15.25	4,862	2,806,027	1.00000		1.00000
15.75	0	2,806,027	1.00000		1.00000
16.25	0	2,806,027	1.00000		1.00000
16.75	0	2,806,027	1.00000		1.00000
17.25	0	2,806,027	1.00000		1.00000
17.75	0	2,806,027	1.00000		1.00000

ตารางผนวกที่ 9 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวแมนเทิลกับ
ค่าสังเกตสัดส่วนการถูกกัด ของหมีกระดองชนิด *S. aculeata* ด้วยเครื่องมืออวนลากคู่

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.971404
R Square	0.943625
Adjusted R Square	0.940941
Standard Error	0.61919
Observations	23

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	134.7668	134.7668484	351.508017	1.35994E-14
Residual	21	8.051321	0.38339623		
Total	22	142.8182			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	6.353038	0.382532	16.6078553	1.4869E-13	5.557519028	7.14856
X Variable 1	-0.72985	0.038928	-18.74854706	1.3599E-14	-0.810801572	-0.64889

ตารางผนวกที่ 10 ค่าโอกาสที่จะถูกจับ (probability of capture) ของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata*
ด้วยเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ และอวนลากคู่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547

ความยาวกึ่งกลาง (ซม.) (X)	ผลจับ (ตัว)	ผลจับสะสม	โอกาสที่จะถูกจับ	ค่าสังเกตสัดส่วนการถูกกัก $S_L \text{ obs. (Y)}$	ค่าประมาณสัดส่วนการถูกกัก $S_L \text{ est.}$
0.75	0	0	0.00000		0.00709
1.25	0	0	0.00000		0.01506
1.75	0	0	0.00000		0.03169
2.25	0	0	0.00000		0.06546
2.75	382,279	382,279	0.01914	3.93658	0.13038
3.25	597,266	979,545	0.04905	2.96468	0.24293
3.75	1,002,888	1,982,433	0.09926	2.20543	0.40716
4.25	1,062,887	3,045,319	0.15248	1.71525	0.59513
4.75	1,103,673	4,148,992	0.20775	1.33856	0.75881
5.25	1,185,078	5,334,070	0.26709	1.00946	0.87070
5.75	995,434	6,329,504	0.31693	0.76792	0.93512
6.25	964,352	7,293,856	0.36522	0.55280	0.96860
6.75	1,015,907	8,309,763	0.41608	0.33887	0.98508
7.25	1,132,077	9,441,840	0.47277	0.10903	0.99297
7.75	1,006,523	10,448,363	0.52317	-0.09273	0.99670
8.25	1,095,212	11,543,575	0.57801	-0.31459	0.99846
8.75	1,030,157	12,573,732	0.62959	-0.53045	0.99928
9.25	1,042,441	13,616,173	0.68178	-0.76198	0.99966
9.75	1,108,988	14,725,161	0.73731	-1.03205	0.99984
10.25	925,720	15,650,881	0.78367	-1.28716	0.99993
10.75	866,411	16,517,292	0.82705	-1.56485	0.99997
11.25	856,906	17,374,198	0.86995	-1.90056	0.99998
11.75	708,895	18,083,093	0.90545	-2.25931	0.99999
12.25	609,872	18,692,965	0.93599	-2.68252	1.00000
12.75	426,848	19,119,813	0.95736	-3.11140	1.00000
13.25	346,704	19,466,517	0.97472	-3.65216	1.00000
13.75	201,611	19,668,128	0.98482	-4.17218	1.00000
14.25	132,257	19,800,385	0.99144	-4.75181	1.00000
14.75	83,053	19,883,438	0.99560	-5.42093	1.00000
15.25	59,783	19,943,221	0.99859	-6.56267	1.00000
15.75	14,784	19,958,005	0.99933	-7.30775	1.00000
16.25	7,392	19,965,397	0.99970	-8.11225	1.00000
16.75	3,991	19,969,388	0.99990	-9.21106	1.00000
17.25	1,996	19,971,383	1.00000	-36.04365	1.00000
17.75	0	19,971,383	1.00000	-36.04365	1.00000

ตารางผนวกที่ 11 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวแมนเทิลกับ
ค่าสังเกตสัดส่วนการถูกกัก ของหมีกระดองชนิด *S. aculeata* ด้วยเครื่องมือ
อวนลากแผ่นตะเฒ่และอวนลากคู่

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.970484
R Square	0.941839
Adjusted R Square	0.939685
Standard Error	0.819821
Observations	29

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	293.8634	293.8633641	437.227717	3.28754E-18
Residual	27	18.14686	0.672105981		
Total	28	312.0102			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	5.702348	0.386098	14.76916627	1.8722E-14	4.910139831	6.49456
X Variable 1	-0.76095	0.036392	-20.90999085	3.2875E-18	-0.835616853	-0.68628

ตารางผนวกที่ 12 ค่าโอกาสที่จะถูกจับ (probability of capture) ของหมึกกระดองชนิด *S. inermis*
ด้วยเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่า ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547

ความยาวกึ่งกลาง (ซม.) (X)	ผลจับ (ตัว)	ผลจับสะสม	โอกาสที่จะถูกจับ	ค่าสังเกตสัดส่วน การถูกกัก $S_L \text{ obs. (Y)}$	ค่าประมาณสัดส่วน การถูกกัก $S_L \text{ est.}$
0.25					0.00133
0.75	0	0	0.00000		0.00583
1.25	0	0	0.00000		0.02523
1.75	0	0	0.00000		0.10250
2.25	197,413	197,413	0.03713	3.25558	0.33504
2.75	349,454	546,867	0.10285	2.16598	0.68972
3.25	396,721	943,588	0.17746	1.53367	0.90747
3.75	537,879	1,481,467	0.27861	0.95134	0.97741
4.25	818,186	2,299,653	0.43249	0.27170	0.99479
4.75	766,019	3,065,672	0.57655	-0.30863	0.99881
5.25	745,098	3,810,770	0.71668	-0.92805	0.99973
5.75	459,261	4,270,031	0.80305	-1.40548	0.99994
6.25	448,196	4,718,227	0.88734	-2.06388	0.99999
6.75	350,674	5,068,901	0.95329	-3.01602	1.00000
7.25	143,123	5,212,024	0.98021	-3.90255	1.00000
7.75	78,274	5,290,298	0.99493	-5.27931	1.00000
8.25	18,837	5,309,135	0.99847	-6.48261	1.00000
8.75	8,122	5,317,257	1.00000		1.00000
9.25	0	5,317,257	1.00000		1.00000
9.75	0	5,317,257	1.00000		1.00000
10.25	0	5,317,257	1.00000		1.00000
10.75	0	5,317,257	1.00000		1.00000
11.25	0	5,317,257	1.00000		1.00000
11.75	0	5,317,257	1.00000		1.00000
12.25	0	5,317,257	1.00000		1.00000
12.75	0	5,317,257	1.00000		1.00000
13.25	0	5,317,257	1.00000		1.00000
13.75	0	5,317,257	1.00000		1.00000
14.25	0	5,317,257	1.00000		1.00000
14.75	0	5,317,257	1.00000		1.00000

ตารางผนวกที่ 13 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวแมนเทิลกับ
ค่าสังเกตสัดส่วนการถูกกัก ของหมีกระดองชนิด *S. inermis* ด้วยเครื่องมือ
อวนลากแผ่นตะเฒ่

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.990167
R Square	0.980432
Adjusted R Square	0.978653
Standard Error	0.426478
Observations	13

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	100.242	100.2420184	551.13208	9.5184E-11
Residual	11	2.000722	0.181883838		
Total	12	102.2427			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	6.622665	0.352379	18.79417454	1.04E-09	5.8470853	7.39825
X Variable 1	-1.48429	0.063225	-23.4762025	9.518E-11	-1.6234496	-1.34513

ตารางผนวกที่ 14 การแพร่กระจายกลุ่มอายุของหมีกระดองชนิด *S. aculeata* บริเวณอ่าวไทย
ตอนบน ในแต่ละเดือนจากการแยกฐานนิยมความยาว (เซนติเมตร) โดยวิธีของ
Bhattachaya

เดือน	ฐานนิยมที่ 1	ฐานนิยมที่ 2	ฐานนิยมที่ 3
ม.ค.	4.24	8.89	12.79
ก.พ.	7.64	11.98	
มี.ค.	3.65	9.39	
เม.ย.	6.83	10.10	12.55
พ.ค.	3.49	7.89	13.10
มิ.ย.	5.38	8.48	11.35
ก.ค.	4.58	9.24	
ส.ค.	5.53	9.71	
ก.ย.	6.83	10.20	
ต.ค.	6.87	9.64	12.78
พ.ย.	8.07	12.23	15.24
ก.ค.	4.58	9.24	
ส.ค.	5.53	9.71	
ก.ย.	6.83	10.20	
ต.ค.	6.87	9.64	12.78
พ.ย.	8.07	12.23	15.24

ตารางผนวกที่ 15 การแพร่กระจายกลุ่มอายุของหมีกระดองชนิด *S. inermis* บริเวณอ่าวไทย
ตอนบน ในแต่ละเดือนจากการแยกฐานนิยมความยาว (เซนติเมตร) โดยวิธี
ของ Bhattachaya

เดือน	ฐานนิยมที่ 1	ฐานนิยมที่ 2	ฐานนิยมที่ 3
ม.ค.	4.86		
ก.พ.	4.86	7.08	
มี.ค.	3.54	6.09	
เม.ย.	5.21	7.38	
พ.ค.	4.53	5.85	7.62
มิ.ย.	5.18	7.00	
ก.ค.	3.08	6.43	
ส.ค.	4.68	6.41	
ก.ย.	5.62		
ต.ค.	4.39	6.50	
พ.ย.	4.68	6.76	
ม.ค.	4.86		
ก.พ.	4.86	7.08	
มี.ค.	3.54	6.09	
เม.ย.	5.21	7.38	
พ.ค.	4.53	5.85	

ตารางผนวกที่ 16 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเฉลี่ยกับ $\Delta L/\Delta t$ ของหมีกระดองชนิด *S. aculeata* บริเวณอ่าวไทยตอนบน ตามกลุ่มอายุที่ติดตามได้ในภาพที่ 42

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.43267
R Square	0.187203
Adjusted R Square	0.051737
Standard Error	1.306352
Observations	8

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	2.35832	2.35832	1.381918	0.284304462
Residual	6	10.23933	1.706555		
Total	7	12.59765			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	4.208415	1.512761	2.781943	0.031915	0.506822515	7.910008
X Variable 1	-0.18034	0.153411	-1.17555	0.284304	-0.5557258	0.195041

ตารางผนวกที่ 17 ผลการวิเคราะห์การถดถอยของความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเฉลี่ย กับ $\Delta L/\Delta t$ ของหมึกกระดองชนิด *S. inermis* ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน ตามกลุ่มอายุที่ติดตามได้ในภาพที่ 43

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.804586
R Square	0.647358
Adjusted R Square	0.596981
Standard Error	0.325267
Observations	9

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	1.359532	1.359532	12.85018	0.00892
Residual	7	0.74059	0.105799		
Total	8	2.100122			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	3.04228	0.579792	5.247194	0.00119	1.67129	4.41327
X Variable 1	-0.35399	0.098749	-3.58471	0.00892	-0.58749	-0.12048

ตารางผนวกที่ 18 ข้อมูลการแจกแจงความถี่ความยาวของผลจับหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่และเครื่องมืออวนลากคู่ และ *S. inermis* จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547

ความยาว	ผลจับ <i>S. aculeata</i>	ผลจับ <i>S. inermis</i>
1.0-1.5	0	0
1.5-2.0	0	0
2.0-2.5	0	197,413
2.5-3.0	382,279	349,454
3.0-3.5	597,266	396,721
3.5-4.0	1,002,888	537,879
4.0-4.5	1,062,887	818,186
4.5-5.0	1,103,673	766,019
5.0-5.5	1,185,078	745,098
5.5-6.0	995,434	459,261
6.0-6.5	964,352	448,196
6.5-7.0	1,015,907	350,674
7.0-7.5	1,132,077	143,123
7.5-8.0	1,006,523	78,274
8.0-8.5	1,095,212	18,837
8.5-9.0	1,030,157	8,122
9.0-9.5	1,042,441	0
9.5-10.0	1,108,988	0
10.0-10.5	925,720	0
10.5-11.0	866,411	0
11.0-11.5	856,906	0
11.5-12.0	708,895	0
12.0-12.5	609,872	0
12.5-13.0	426,848	0
13.0-13.5	346,704	0
13.5-14.0	201,611	0
14.0-14.5	132,257	0
14.5-15.0	83,053	0
15.0-15.5	59,783	0
15.5-16.0	14,784	0
16.0-16.5	7,392	0
16.5-17.0	3,991	0
17.0-17.5	1,996	0
17.5-18.0	0	0
รวม	19,971,383	5,317,257

ตารางผนวกที่ 19 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม เมื่อ K เท่ากับ 2.16 ต่อปี L_∞ เท่ากับ 23.34
 เซนติเมตร ของผลจับหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547

ความยาว (ซ.ม.)	ผลจับ (n_i)	$\sum n_i$	$\ln(\sum n_i)$	$\ln(L_\infty - L_i)$	หมายเหตุ
2.75	382,279	979,545	13.7948	3.0248	
3.25	597,266	1,600,153	14.2856	3.0002	
3.75	1,002,888	2,065,775	14.5410	2.9750	
4.25	1,062,887	2,166,559	14.5887	2.9492	
4.75	1,103,673	2,288,751	14.6435	2.9226	
5.25	1,185,078	2,180,512	14.5951	2.8954	
5.75	995,434	1,959,786	14.4883	2.8673	ไม่ใช้วิเคราะห์
6.25	964,352	1,980,259	14.4987	2.8385	
6.75	1,015,907	2,147,984	14.5800	2.8088	
7.25	1,132,077	2,138,600	14.5757	2.7782	
7.75	1,006,523	2,101,735	14.5583	2.7466	
8.25	1,095,212	2,125,369	14.5695	2.7140	
8.75	1,030,157	2,072,598	14.5443	2.6803	
9.25	1,042,441	2,151,428	14.5816	2.6455	
9.75	1,108,988	2,034,708	14.5259	2.6093	
10.25	925,720	1,792,131	14.3989	2.5718	
10.75	866,411	1,723,318	14.3598	2.5329	
11.25	856,906	1,565,801	14.2639	2.4924	
11.75	708,895	1,318,767	14.0922	2.4501	
12.25	609,872	1,036,720	13.8516	2.4060	
12.75	426,848	773,552	13.5587	2.3599	
13.25	346,704	548,315	13.2146	2.3115	ใช้วิเคราะห์
13.75	201,611	333,869	12.7185	2.2607	
14.25	132,257	215,310	12.2798	2.2072	
14.75	83,053	142,836	11.8695	2.1506	
15.25	59,783	74,567	11.2194	2.0906	
15.75	14,784	22,175	10.0067	2.0268	
16.25	7,392	11,383	9.3399	1.9587	
16.75	3,991	5,987	8.6973	1.8856	
17.25	1,996	1,996	7.5986	1.8066	

ตารางผนวกที่ 20 ผลการวิเคราะห์การถดถอยระหว่างค่า $\ln(L_\infty - L_i)$ กับค่า $\ln(\sum n_i)$
เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata*

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.9783521
R Square	0.9571728
Adjusted R Square	0.9541137
Standard Error	0.4824639
Observations	16

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	72.8329399	72.83294	312.8947	5.64E-11
Residual	14	3.25879973	0.232771		
Total	15	76.0917396			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	-7.495203	1.12273389	-6.67585	1.05E-05	-9.90323	-5.08718
X Variable 1	8.7461323	0.4944438	17.68883	5.64E-11	7.685656	9.806609

ตารางผนวกที่ 21 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การตายรวม เมื่อ K เท่ากับ 3.74 ต่อปี L_∞ เท่ากับ 9.17
 เซนติเมตร ของผลจับหมึกกระดองชนิด *S. inermis* ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547

ความยาว (ซ.ม.)	ผลจับ (n_i)	$\sum n_i$	$\ln(\sum n_i)$	$\ln(L_\infty - L_i)$	หมายเหตุ
2.25	197,413	546,867	13.2120	1.9344	
2.75	349,454	746,175	13.5227	1.8594	
3.25	396,721	934,600	13.7479	1.7783	ไม่ใช้วิเคราะห์
3.75	537,879	1,356,065	14.1201	1.6901	
4.25	818,186	1,584,205	14.2756	1.5933	
4.75	766,019	1,511,117	14.2284	1.4861	
5.25	745,098	1,204,359	14.0015	1.3661	
5.75	459,261	907,457	13.7184	1.2296	
6.25	448,196	798,870	13.5910	1.0716	ใช้วิเคราะห์
6.75	350,674	493,797	13.1099	0.8838	
7.25	143,123	221,397	12.3077	0.6523	
7.75	78,274	97,111	11.4836	0.3507	
8.25	18,837	26,959	10.2021	-0.0834	ไม่ใช้วิเคราะห์
8.75	8,122	8,122	9.0023	-0.8675	

ตารางผนวกที่ 22 ผลการวิเคราะห์การถดถอยระหว่างค่า $\ln(L_\infty - L_i)$ กับค่า $\ln(\sum n_i)$
เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การตายรวมของหมึกกระดองชนิด *S. inermis*

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.98821964
R Square	0.97657806
Adjusted R Square	0.97189367
Standard Error	0.16584451
Observations	7

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	5.733981	5.733981	208.4751	2.87E-05
Residual	5	0.137522	0.027504		
Total	6	5.871503			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>
Intercept	10.7779614	0.17945	60.06105	2.42E-08	10.31667	11.23925
X Variable 1	2.41394177	0.167186	14.43867	2.87E-05	1.984177	2.843707

ตารางผนวกที่ 23 ตารางการวิเคราะห์ประชากรเสมือนด้วยวิธี Jones' Length Cohort Analysis ของ
หมีกระดองชนิด *S. aculeata* จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ และอวนลากคู่
ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน พ.ศ. 2547

ความยาว (ซ.ม.)	ฟังก์ชันของสัมประสิทธิ์ การตายโดยธรรมชาติ (ต่อปี)	จำนวนตัว ที่จับได้ (1,000 ตัว)	จำนวนตัวที่ รอดชีวิต (1,000 ตัว)	สัดส่วนการใช้ ประโยชน์	สัมประสิทธิ์การ ตายจากการประมง (ต่อปี)	สัมประสิทธิ์การ ตายโดยธรรมชาติ (ต่อปี)
$Li, Li + 1$	$H_{(Li, Li+1)}$	$C_{(Li, Li+1)}$	$N_{(Li, Li+1)}$	$F/Z_{(Li, Li+1)}$	$F_{(Li, Li+1)}$	$Z_{(Li, Li+1)}$
2.0-2.5	1.0175	0.00	26,298.69	0.0000	0.0000	3.1700
2.5-3.0	1.0180	382.28	25,845.11	0.4558	2.6547	5.8247
3.0-3.5	1.0184	597.27	25,006.35	0.5689	4.1836	7.3536
3.5-4.0	1.0189	1,002.89	23,956.52	0.6929	7.1518	10.3218
4.0-4.5	1.0194	1,062.89	22,509.11	0.7127	7.8630	11.0330
4.5-5.0	1.0199	1,103.67	21,017.72	0.7288	8.5173	11.6873
5.0-5.5	1.0205	1,185.08	19,503.27	0.7516	9.5931	12.7631
5.5-6.0	1.0211	995.43	17,926.59	0.7290	8.5268	11.6968
6.0-6.5	1.0217	964.35	16,561.09	0.7327	8.6901	11.8601
6.5-7.0	1.0224	1,015.91	15,244.96	0.7529	9.6571	12.8271
7.0-7.5	1.0231	1,132.08	13,895.57	0.7832	11.4545	14.6245
7.5-8.0	1.0238	1,006.52	12,450.20	0.7766	11.0172	14.1872
8.0-8.5	1.0246	1,095.21	11,154.07	0.8034	12.9568	16.1268
8.5-9.0	1.0255	1,030.16	9,790.90	0.8090	13.4294	16.5994
9.0-9.5	1.0264	1,042.44	8,517.58	0.8264	15.0924	18.2624
9.5-10.0	1.0274	1,108.99	7,256.18	0.8516	18.1866	21.3566
10.0-10.5	1.0284	925.72	5,953.89	0.8490	17.8300	21.0000
10.5-11.0	1.0296	866.41	4,863.59	0.8611	19.6591	22.8291
11.0-11.5	1.0308	856.91	3,857.47	0.8814	23.5550	26.7250
11.5-12.0	1.0322	708.89	2,885.24	0.8874	24.9911	28.1611
12.0-12.5	1.0336	609.87	2,086.43	0.8998	28.4690	31.6390
12.5-13.0	1.0353	426.85	1,408.65	0.8990	28.2035	31.3735
13.0-13.5	1.0370	346.70	933.82	0.9122	32.9521	36.1221
13.5-14.0	1.0390	201.61	553.77	0.9065	30.7401	33.9101
14.0-14.5	1.0412	132.26	331.37	0.9098	31.9756	35.1456
14.5-15.0	1.0437	83.05	186.00	0.9144	33.8439	37.0139
15.0-15.5	1.0464	59.78	95.16	0.9341	44.8998	48.0698
15.5-16.0	1.0495	14.78	31.16	0.9095	31.8596	35.0296
16.0-16.5	1.0531	7.39	14.91	0.9077	31.1588	34.3288
16.5-17.0	1.0573	3.99	6.76	0.9159	34.5355	37.7055
17.0-17.5	1.1230	2.00	2.40	0.8300	15.4771	18.6471
ผลจึบรวม เท่ากับ		19,971.38	300,144.54	24.3933	579.1247	677.3947

ตารางผนวกที่ 24 ตารางการวิเคราะห์ประชากรเสมือนด้วยวิธี Jones' Length Cohort Analysis
ของหมึกกระดองชนิด *S. inermis* จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเภา ในบริเวณอ่าวไทย
ตอนบน พ.ศ. 2547

ความยาว (ซ.ม.)	ฟังก์ชันของ สัมประสิทธิ์การตาย โดยธรรมชาติ (ต่อปี)	จำนวนตัวที่ จับได้ (1,000 ตัว)	จำนวนตัวที่ รอดชีวิต (1,000 ตัว)	สัดส่วนการใช้ ประโยชน์	สัมประสิทธิ์การ ตายจากการประมง (ต่อปี)	สัมประสิทธิ์การ ตายโดยธรรมชาติ (ต่อปี)
$L_i, L_i + 1$	$H_{(L_i, L_{i+1})}$	$C_{(L_i, L_{i+1})}$	$N_{(L_i, L_{i+1})}$	$F/Z_{(L_i, L_{i+1})}$	$F_{(L_i, L_{i+1})}$	$Z_{(L_i, L_{i+1})}$
1.5-2.0	1.0555	0.00	9,636.36	0.0000	0.0000	5.8800
2.0-2.5	1.0597	197.41	9,129.69	0.2773	2.2564	8.1364
2.5-3.0	1.0646	349.45	8,417.84	0.4061	4.0214	9.9014
3.0-3.5	1.0704	396.72	7,557.42	0.4438	4.6924	10.5724
3.5-4.0	1.0773	537.88	6,663.57	0.5293	6.6114	12.4914
4.0-4.5	1.0858	818.19	5,647.32	0.6471	10.7826	16.6626
4.5-5.0	1.0963	766.02	4,382.95	0.6655	11.6994	17.5794
5.0-5.5	1.1097	745.10	3,231.94	0.6998	13.7074	19.5874
5.5-6.0	1.1276	459.26	2,167.22	0.6519	11.0136	16.8936
6.0-6.5	1.1523	448.20	1,462.77	0.6986	13.6306	19.5106
6.5-7.0	1.1890	350.67	821.23	0.7288	15.7979	21.6779
7.0-7.5	1.2489	143.12	340.03	0.6786	12.4175	18.2975
7.5-8.0	1.3649	78.27	129.14	0.6939	13.3318	19.2118
8.0-8.5	1.6859	3.99	16.34	0.3751	3.5298	9.4098
8.5-9.0	9.5584	2.00	5.70	0.3500	3.1662	9.0462
ผลจึบรวม เท่ากับ		5,296.28	59,609.51	7.8460	126.6584	208.9784

ตารางผนวกที่ 25 ตารางการวิเคราะห์ผลผลิตของ Thompson and Bell ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาวของหมึกกระดองชนิด *S. aculeata* จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ และอวนลากคู่ในบริเวณอ่าวไทยตอนบน เมื่อ F-Factor เท่ากับ 1

ความยาว (ซ.ม.)	สัมประสิทธิ์การตาย จากการประมง (ต่อปี)	จำนวนตัวที่ รอดชีวิต (1,000 ตัว)	จำนวนตัวที่ จับได้ (1,000 ตัว)	ผลผลิต (ตัน)	มวลชีวภาพ (ตัน)	มูลค่า (พันบาท)
$Li, Li + 1$	$F_{(Li, Li+1)}$	$N_{(Li, Li+1)}$	$C_{(Li, Li+1)}$	$Y_{(Li, Li+1)}$	$\bar{Bdt}_{(Li, Li+1)}$	$\bar{V}_{(Li, Li+1)}$
2.5-3.0	2.6547	25,845.11	382.28	9.39	55.60	46.95
3.0-3.5	4.1836	25,006.35	597.27	21.34	62.60	106.70
3.5-4.0	7.1518	23,956.52	1,002.89	48.22	58.53	241.11
4.0-4.5	7.8630	22,509.11	1,062.89	65.40	66.21	2,289.03
4.5-5.0	8.5173	21,017.72	1,103.67	83.47	72.12	2,921.39
5.0-5.5	9.5931	19,503.27	1,185.08	106.25	73.24	3,718.60
5.5-6.0	8.5268	17,926.59	995.43	103.87	85.10	3,635.48
6.0-6.5	8.6901	16,561.09	964.35	114.57	88.53	4,009.80
6.5-7.0	9.6571	15,244.96	1,015.91	134.07	84.39	4,692.48
7.0-7.5	11.4545	13,895.57	1,132.08	161.34	73.89	10,487.15
7.5-8.0	11.0172	12,450.20	1,006.52	153.05	72.80	9,948.35
8.0-8.5	12.9568	11,154.07	1,095.21	172.93	60.56	11,240.74
8.5-9.0	13.4294	9,790.90	1,030.16	166.16	53.11	10,800.11
9.0-9.5	15.0924	8,517.58	1,042.44	167.59	42.53	10,893.35
9.5-10.0	18.1866	7,256.18	1,108.99	171.57	30.64	11,152.33
10.0-10.5	17.8300	5,953.89	925.72	136.46	24.43	8,869.66
10.5-11.0	19.6591	4,863.59	866.41	118.50	17.38	7,702.51
11.0-11.5	23.5550	3,857.47	856.91	104.12	10.86	6,768.02
11.5-12.0	24.9911	2,885.24	708.89	74.60	6.81	4,848.78
12.0-12.5	28.4690	2,086.43	609.87	53.25	3.77	3,461.02
12.5-13.0	28.2035	1,408.65	426.85	30.48	2.12	1,981.42
13.0-13.5	32.9521	933.82	346.70	19.14	0.99	1,913.60
13.5-14.0	30.7401	553.77	201.61	8.59	0.48	859.49
14.0-14.5	31.9756	331.37	132.26	4.22	0.21	422.34
14.5-15.0	33.8439	186.00	83.05	1.91	0.09	191.06
15.0-15.5	44.8998	95.16	59.78	0.87	0.02	87.48
15.5-16.0	31.8596	31.16	14.78	0.15	0.01	15.07
16.0-16.5	31.1588	14.91	7.39	0.05	0.00	5.16
16.5-17.0	34.5355	6.76	3.99	0.02	0.00	1.78
17.0-17.5	15.4771	2.40	2.00	0.00	0.00	0.45
		ผลรวม	18,722.30	2,231.59	1,047.02	123,311.38

ตารางผนวกที่ 26 ปริมาณ ผลผลิต มวลชีวภาพ และมูลค่า ของหมักกระดองชนิด *S. aculeata* ที่
ระดับการลงแรงประมงต่างๆ กัน

F-Factor	ผลผลิต (ตัน)	มวลชีวภาพ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
0.05	2,829.94	20,555.32	251.10
0.10	3,834.91	13,792.12	327.85
0.15	4,121.58	10,042.93	339.01
0.20	4,117.04	7,721.63	325.83
0.25	3,996.71	6,169.55	304.71
0.30	3,835.22	5,071.07	282.24
0.35	3,664.63	4,259.11	260.96
0.40	3,498.47	3,638.21	241.69
0.45	3,342.00	3,150.41	224.57
0.50	3,196.80	2,758.73	209.45
0.55	3,062.86	2,438.51	196.09
0.60	2,939.50	2,172.78	184.26
0.65	2,825.82	1,949.44	173.72
0.70	2,720.89	1,759.68	164.29
0.75	2,623.83	1,596.92	155.79
0.80	2,533.84	1,456.16	148.10
0.85	2,450.22	1,333.53	141.08
0.90	2,372.33	1,225.99	134.67
0.95	2,299.61	1,131.14	128.76
1.00	2,231.59	1,047.02	123.31

ตารางผนวกที่ 27 ตารางการวิเคราะห์ผลผลิตของ Thompson and Bell ที่ใช้ฐานข้อมูลความยาว
ของหมึกกระดองชนิด *S. inermis* จากเครื่องมืออวนลากแผ่นตะเฒ่ ในบริเวณอ่าวไทย
ตอนบน เมื่อ F-Factor เท่ากับ 1

ความยาว (ซ.ม.)	สัมประสิทธิ์การตาย จากการประมง (ต่อปี)	จำนวนตัวที่ รอดชีวิต (1,000 ตัว)	จำนวนตัวที่จับ ได้ (1,000 ตัว)	ผลผลิต (ตัน)	มวลชีวภาพ (ตัน)	มูลค่า (พันบาท)
$Li, Li + 1$	$F_{(L1,L2+1)}$	$N_{(L1,L2+1)}$	$C_{(L1,L2+1)}$	$Y_{(L1,L2+1)}$	$\bar{Bdt}_{(L1,L2+1)}$	$\bar{v}_{(L1,L2+1)}$
2.0-2.5	2.2564	9,129.69	197.41	6.1280	18.0753	30.6399
2.5-3.0	4.0214	8,417.84	349.45	15.8249	20.6011	79.1246
3.0-3.5	4.6924	7,557.42	396.72	23.8178	23.3299	119.0889
3.5-4.0	6.6114	6,663.57	537.88	39.1468	21.7587	195.7338
4.0-4.5	10.7826	5,647.32	818.19	64.8266	16.0040	2,268.9313
4.5-5.0	11.6994	4,382.95	766.02	61.7503	12.3478	2,161.2621
5.0-5.5	13.7074	3,231.94	745.10	56.1988	8.0555	1,966.9593
5.5-6.0	11.0136	2,167.22	459.26	31.7565	5.6975	1,111.4765
6.0-6.5	13.6306	1,462.77	448.20	25.4082	2.9727	889.2882
6.5-7.0	15.7979	821.23	350.67	14.3171	1.1988	501.1001
7.0-7.5	12.4175	340.03	143.12	4.0115	0.4110	260.7469
7.5-8.0	13.3318	129.14	78.27	1.2338	0.0982	80.1973
8.0-8.5	3.5298	16.34	3.99	0.0395	0.0134	2.5699
8.5-9.0	3.1662	5.70	2.00	0.0085	0.0027	0.5505
		ผลรวม	5,296.28	344.47	130.57	9,667.67

ตารางผนวกที่ 28 ปริมาณ ผลผลิต มวลชีวภาพ และมูลค่า ของหมักกระดองชนิด *S. inermis* ที่ระดับการลงแรงประมงต่างๆ กัน

F-Factor	ผลผลิต (ตัน)	มวลชีวภาพ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
0.10	151.31	538.99	6.15
0.20	238.57	415.70	9.18
0.30	289.06	333.92	10.57
0.40	318.06	276.79	11.08
0.50	334.29	235.14	11.15
0.60	342.81	203.68	10.98
0.70	346.61	179.20	10.70
0.80	347.49	159.67	10.37
0.90	346.55	143.76	10.02
1.00	344.47	130.57	9.67
1.10	341.68	119.46	9.32
1.20	338.47	109.99	8.99
1.30	335.00	101.83	8.66
1.40	331.41	94.72	8.35
1.50	327.77	88.47	8.05
1.60	324.13	83	7.76
1.70	320.53	78	7.48
1.80	317.00	74	7.21
1.90	313.53	70	6.96
2.00	310.16	66	6.71
2.10	306.87	63	6.47
2.20	303.68	60	6.25
2.30	300.58	57	6.03
2.40	297.58	54	5.82
2.50	294.67	52	5.62

ตารางผนวกที่ 29 ผลจับและการลงแรงประมงหมึกกระดองจากเครื่องมือประมงอวนลาก
แผ่นตะเฒ่ อวนลากคู่ และอวนรุน ที่ทำประมงในบริเวณอ่าวไทยตอนบน
ระหว่างปี พ.ศ. 2538-2547

ปี	ผลจับ (ตัน)			รวมผลจับ	การลงแรงประมง (ชั่วโมง)			รวมการลง แรงประมง
	อวนลาก	อวนลาก	อวนรุน		อวนลาก	อวนลาก	อวนรุน	
	เดี่ยว	คู่			เดี่ยว	คู่		
2538	2,121	380	106	2,607	3,077,715	193,610	312,656	3,583,981
2539	1,963	567	59	2,589	3,515,003	348,857	206,878	4,070,738
2540	1,836	536	57	2,430	3,641,736	330,092	235,841	4,207,669
2541	1,882	416	77	2,375	4,593,176	215,769	610,343	5,419,289
2542	1,949	510	189	2,648	4,015,627	206,104	528,792	4,750,523
2543	1,959	261	250	2,470	3,864,712	164,673	304,858	4,334,242
2544	1,830	468	361	2,659	3,587,367	376,022	483,795	4,447,184
2545	1,255	372	402	2,029	3,198,041	376,916	507,498	4,082,455
2546	2,475	406	500	3,381	3,534,654	412,120	243,378	4,190,152
2547	1,461	427	325	2,213	2,773,980	420,683	357,992	3,552,655

ที่มา: กรมประมง (2541ก, 2542ก, 2543ก, 2544ก, 2546ข, 2547ก, 2547ค, 2548ก และ 2549ก)

ตารางผนวกที่ 30 การลงแรงประมงสัมพันธ์ในการทำการประมงหมีกระดองของเครื่องมือประมงอวนลากแผ่นตะเฒ่า อวนลากคู่ และอวนรุน ที่ทำประมงในบริเวณอ่าวไทยตอนบนระหว่าง พ.ศ. 2538-2547

ปี	ผลจับ (ตัน)	การลงแรง (ชั่วโมง)	CPUE _i (กก/ชม.)	R _i	ค่าเฉลี่ยผลจับต่อหน่วย การลงแรงประมง
อวนลากเดี่ยว					
2538	2,121	3,077,715	0.0007	1.3047	0.0005
2539	1,963	3,515,003	0.0006	1.0570	
2540	1,836	3,641,736	0.0005	0.9541	
2541	1,882	4,593,176	0.0004	0.7756	
2542	1,949	4,015,627	0.0005	0.9185	
2543	1,959	3,864,712	0.0005	0.9593	
2544	1,830	3,587,367	0.0005	0.9654	
2545	1,255	3,198,041	0.0004	0.7431	
2546	2,475	3,534,654	0.0007	1.3254	
2547	1,461	2,773,980	0.0005	0.9970	
อวนลากคู่					
2538	380	193,610	0.0020	1.2716	0.0015
2539	567	348,857	0.0016	1.0542	
2540	536	330,092	0.0016	1.0527	
2541	416	215,769	0.0019	1.2504	
2542	510	206,104	0.0025	1.6024	
2543	261	164,673	0.0016	1.0268	
2544	468	376,022	0.0012	0.8070	
2545	372	376,916	0.0010	0.6393	
2546	406	412,120	0.0010	0.6381	
2547	427	420,683	0.0010	0.6576	
อวนรุน					
2538	106	312,656	0.0003	0.5061	0.0007
2539	59	206,878	0.0003	0.4239	
2540	57	235,841	0.0002	0.3644	
2541	77	610,343	0.0001	0.1890	
2542	189	528,792	0.0004	0.5366	
2543	250	304,858	0.0008	1.2312	
2544	361	483,795	0.0007	1.1186	
2545	402	507,498	0.0008	1.1873	
2546	500	243,378	0.0021	3.0803	
2547	325	357,992	0.0009	1.3625	

ตารางผนวกที่ 31 การลงแรงประมงสัมพันธ์ในการทำการประมงหมึกกระดองในบริเวณอ่าวไทย
ตอนบนจากทุกเครื่องมือ (รวมเครื่องมือที่ไม่ทราบค่าการลงแรงประมง) ระหว่าง
พ.ศ. 2538-2547

ปี	ผลผลิตทั้งหมดที่สุ่มตัวอย่าง	CPUE สัมพันธ์	ผลผลิตทั้งหมด	การลงแรงประมงสัมพันธ์
2538	2,607	1.2675	2,634	2,078,470
2539	2,589	1.0420	2,613	2,507,223
2540	2,429	0.9619	2,449	2,545,756
2541	2,375	0.8398	2,391	2,846,947
2542	2,647	1.0228	2,695	2,635,106
2543	2,470	0.9940	2,491	2,506,497
2544	2,659	0.9583	2,679	2,795,644
2545	2,029	0.8121	2,046	2,519,101
2546	3,381	1.5026	3,402	2,264,049
2547	2,213	0.9853	2,472	2,509,327
				ค่าเฉลี่ยการลงแรงประมง = 2,569,961