บทที่ 2

น้ำอับเฉาของเรือกับชนิดพันธุ์ต่างถิ่น

ประเทศไทยอยู่ในภูมิภาคเขตร้อน ซึ่งมีภูมิประเทศเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต ทั้งที่เป็นพืช สัตว์ และจุลินทรีย์ ทำให้ประเทศไทยมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตทางระบบนิเวศ (ecological diversity) ชนิดพันธุ์ (species diversity) และทางพันธุกรรม (genetic diversity) ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพทั้งสามระดับนี้มีความสัมพันธ์กัน ดังนั้น ประเทศไทยจึงได้ชื่อว่าเป็นแหล่งที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงมากแห่งหนึ่งของโลก[1]

แต่ความเจริญทางเศรษฐกิจ และการคมนาคมขนส่งที่สะดวกรวดเร็วนำมาซึ่งการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพทางทะเล โดยเฉพาะการเดินเรือทางทะเล ซึ่งถูกระบุว่าเป็นหนึ่งในเส้นทางสำคัญของการเคลื่อนที่ของชนิดพันธุ์ที่แตกต่างกันในระบบนิเวศโดยไม่ตั้งใจ[2] เพราะน้ำทะเลที่ถูกใช้เป็นน้ำอับเฉาของเรือนำมาซึ่งโอกาสของการเคลื่อนย้ายสิ่งมีชีวิตจากสภาวะแวดล้อมทางทะเลแหล่งหนึ่งไปสู่อีกแหล่งหนึ่ง[3] เนื่องจากในน้ำทะเลมีสิ่งมีชีวิตและจุลินทรีย์ที่มีขนาดเล็กซึ่งพอที่จะถูกดูดผ่านท่อและเครื่องสูบน้ำอับเฉาเรือ โดยอาจเป็นแบคทีเรีย จุลชีพ แพลงค์ตอน สัตว์มีกระดูกสันหลังขนาดเล็ก สปอร์ ไข่ หรือตัวอ่อนของสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ ซึ่งเมื่ออาศัยอยู่ในน้ำอับเฉาภายในเรือ จะเดินทางไปพร้อมกับเรือ ไปสู่พื้นที่ต่างๆ รอบโลก โดยเมื่อถูกปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมใหม่ สิ่งมีชีวิตและจุลินทรีย์เหล่านี้อาจรุกล้ำสภาพแวดล้อมทางทะเลเดิมในแหล่งนั้น และส่งผลกระทบในด้านต่างๆ เช่น ผลกระทบต่อระบบนิเวศท้องถิ่น เพราะการรุกล้ำของสิ่งมีชีวิตจากถิ่นอื่น จะรบกวนความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศท้องถิ่น หรือผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ โดยชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ติดมากับน้ำอับเฉาเรืออาจจะเป็นพิษ หรือก่อให้เกิดโรค ซึ่งอาจนำไปสู่การเสียชีวิตของมนุษย์ได้ จึงถือว่าการรุกล้ำระบบนิเวศของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ติดมากับน้ำอับเฉาเรือ เป็นหนึ่งในสี่

---

[1] สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, ความหลากหลายทางชีวภาพของประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 2 (กรุงเทพมหานคร: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม,2539), น. 6.

[2] Pughiuc.D., International Maritime Organization , Ballast Water Management Convention a multi-disciplinary challenge and an opportunity for co-operative action : 2004, pp. 1-2.

[3] Fremantle Ports, “Ballast Water Management in Western Australia,” http://www.fremantleports.com.au, May 2002, p. 1.

ภัยคุกคามต่อทะเลของโลก นอกเหนือจากภัยคุกคามอีก 3 ประเภท ได้แก่ การปนเปื้อนของมลพิษจากพื้นดิน การใช้ทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลโดยขาดการควบคุม และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพหรือการทำลายถิ่นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตชายฝั่งและในทะเล

ในบทนี้จะทำการศึกษาว่าอับเฉาของเรือซึ่งเป็นน้ำ มีลักษณะและประโยชน์ต่อเรือเดินทะเลเพียงใด จะถูกบรรจุอยู่ในเรือที่ตำแหน่งใด และน้ำอับเฉาเรือนั้นเป็นสื่อของการนำเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น ซึ่งมีวิวัฒนาการอย่างไร จนกระทั่งก่อให้เกิดปัญหาภัยคุกคามต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเลได้

2.1 ลักษณะและประโยชน์ของน้ำอับเฉาเรือ

2.1.1 ลักษณะของอับเฉาเรือ

ในสมัยโบราณการเดินเรือระหว่างประเทศ เรือจะต้องเดินทางข้ามมหาสมุทรที่กว้างใหญ่ บางครั้งก็มีคลื่นลมแรงทำให้การเดินเรือในสภาวะเช่นนั้น เป็นเหตุให้เรือไม่ปลอดภัย ดังนั้นเรือที่มีน้ำหนักน้อยจะใช้สิ่งของเป็นตัวอับเฉา(ballast solid, dry ballast)[4] เพื่อเป็นเครื่องถ่วงดุลเรือให้เดินทางในทะเลได้อย่างปลอดภัย ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นของแข็ง เช่น ตุ๊กตาจีนที่ทำจากหิน ซึ่งเมื่อเรือเดินทางถึงท่าเรือจุดปลายทางแล้วจะมีการบรรทุกขนสินค้าจนเต็มลำเรือ เมื่อนั้นตัวอับเฉาก็จะถูกขนถ่ายลงบริเวณท่าเรือดังกล่าว เนื่องจากการใช้ตัวอับเฉาเป็นการสิ้นเปลืองพื้นที่ และไม่สะดวกในการขนถ่าย ปัจจุบันรูปแบบของสิ่งที่ใช้ถ่วงดุลเรือจึงเปลี่ยนแปลงไป จากการใช้ตัวอับเฉามาเป็นการใช้น้ำ ซึ่งเรียกว่า “น้ำอับเฉา” (ballast water)[5]

---

[4] http://www.marine.csiro.au/crimp/nimpis/vectorinfo.htm. (2008, May 21)

[5] Global ballast water management programme. International Maritime Organism (online).(2000). Available from: http://globallast.imo.org/index.asp?page=problem.htm&menu=true.(2008, May 21)

2.1.2 ความหมายและประโยชน์ของน้ำอับเฉาเรือ

น้ำอับเฉาเรือ ได้รับการวิวัฒนาการมาจากตัวอับเฉาเรือซึ่งเป็นของแข็ง[6] เป็นผลจากความเจริญก้าวหน้าด้านการออกแบบก่อสร้างเรือเดินทะเล น้ำอับเฉาเรือนั้นมักเป็นน้ำทะเลในบริเวณท่าเรือที่เรือเดินทะเลสูบเข้าเรือเพื่อใช้รักษาเสถียรภาพ และบูรณาภาพทางโครงสร้างของเรือ กล่าวคือ ในเวลาที่เรือไม่มีสินค้าบรรทุกบนเรือ เรือนั้นจะมีน้ำหนักเบาก็จะสูบน้ำทะเลเข้าเรือเพื่อรักษาความสมดุลของเรือในการแล่นอย่างปลอดภัย และหลังจากที่เรือนั้นขนถ่ายสินค้าจนเต็มลำแล้ว เพื่อให้เรือนั้นไม่จมเพราะมีน้ำหนักบรรทุกมาก เรือจะสูบถ่ายน้ำอับเฉาออกทิ้งลงสู่ทะเลอีกครั้ง (ดังภาพแสดงที่ 1)

ภาพที่ 2.1 แสดงขั้นตอนการสูบถ่ายน้ำอับเฉา

ที่มา: Global ballast water management programme (2000)[7]

[6] อ้างแล้ว, เชิงอรรถที่ 4

[7] อ้างแล้ว, เชิงอรรถที่ 5

2.1.3 ตำแหน่งของถังบรรจุน้ำอับเฉาแบ่งตามรูปแบบของเรือ

เนื่องจากน้ำที่ใช้เป็นถ่วงดุลเรือเป็นของเหลว จึงต้องอาศัยพื้นที่ในการเก็บ ซึ่งเรียกว่า ถังอับเฉา (ballast tank) ซึ่งทำหน้าที่บรรจุและลำเลียงน้ำที่ถูกสูบขึ้นมาจากบริเวณท่าเรือต้นทางไปจนถึงท่าเรือปลายทาง ทั้งนี้ เนื่องจากเรือเดินทะเลระหว่างประเทศมีหลายประเภท เช่น เรือบรรทุกสินค้าตู้ เรือบรรทุกแก๊สเหลว เรือบรรทุกสินค้าประมงห้องเย็น เป็นต้น การออกแบบเรือให้มีลักษณะการวางตำแหน่งถังอับเฉาจึงขึ้นอยู่กับความเหมาะของการใช้ประโยชน์ตามประเภทของเรือในลักษณะต่างๆ ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 2,3 ที่แสดงนี้

ตารางที่ 2.1 ประเภทของเรือเดินระหว่างประเทศและถังอับเฉา

ประเภทของเรือเดินระหว่างประเทศ	ชนิดของถังอับเฉา
เรือสินค้าทั่วไป	ถังคู่ด้านใต้ท้องเรือ พบได้ในเรือส่วนใหญ่
เรือน้ำมัน	ถังคู่ด้านใต้ที่แยกกันหรือถังด้านข้างกราบเรือ
เรือสารเคมี	ถังคู่ด้านใต้ท้องเรือหรือด้านข้าง
เรือไม้	ถังคู่ด้านใต้ มักมีตัวอับเฉา (ballast solid) ไว้ถ่วงดุลเรือหลังจากมีการถ่ายสินค้าออก
เรือสินค้าเทกอง	ถังคู่ด้านใต้
เรือสินค้าตู้	ถังคู่ขนาดใหญ่ใต้ท้องเรือตลอดความยาวเรือ
เรือ Ro-Ro	ถังคู่ใต้ท้องเรือและถังชนิดอื่น

ที่มา:Walters(1996)[8]

[8] Walters, S. 1996. Ballast Water, Hull Fouling and Exotic Marine Organism Introductions via Ships-A Victorian Study. EPA (on line) from: http://www.parliament.vic.gov.au/enrc/ballast/default.htm#TopOfPage.(2003,Oct 10)

ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะของถังอับเฉาในเรือแต่ละประเภท

ที่มา:Walters(1996)[9]

[9]เพิ่งอ้าง

ภาพที่ 2.3 ภาพตัดขวางของถังอับเฉาในเรือเดินระหว่างประเทศ

ที่มา: National Research Council (1996)[10]

[10] National Research Council, Stemming the Tide: Controlling Introductions of Nonindigenous Species by Ships' Ballast Water, National Academy Press, Washington D.C., 1996, p.15

ในการเดินทางครั้งหนึ่งเรือจะทำการสูบน้ำจากท่าเรือต้นทางเข้าไปในถังปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับประเภทและขนาดของเรือ เช่น เรือจดทะเบียนในประเทศไทยที่มีความยาว 183 เมตร บรรจุน้ำอับเฉาได้ 18,000 ลูกบาศก์เมตร ขณะที่เรือจากต่างประเทศบางลำอาจบรรจุน้ำอับเฉาได้ถึง 72,000 ลูกบาศก์เมตร[11] โดยการสำรวจเรือจากต่างประเทศที่เข้าเทียบท่าเรือบริสเบน รัฐควีนสแลนด์ ประเทศออสเตรเลีย พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของน้ำอับเฉาอยู่ระหว่างร้อยละ 30-40 ของน้ำหนักเรือโดยรวม[12]

ตารางที่ 2.2 ปริมาตรน้ำอับเฉาของเรือต่างประเทศที่เข้าเทียบท่าเรือในประเทศออสเตรเลีย

ประเภทของเรือ	น้ำหนักรวมของเรือ (ตัน)	น้ำหนักเฉลี่ยของน้ำอับเฉา (ตัน)	ร้อยละของน้ำหนัก	น้ำหนักสูงสุดของน้ำอับเฉา (ตัน)	ร้อยละของน้ำหนัก
เรือสินค้าเทกอง (bulk carrier)	250,000	75,000	30	113,000	45
เรือสินค้าเทกอง (bulk carrier)	150,000	45,000	30	67,000	45
เรือสินค้าเทกอง (bulk carrier)	70,000	25,000	36	40,000	57
เรือสินค้าเทกอง (bulk carrier)	35,000	10,000	30	17,000	49
เรือบรรทุกน้ำมัน (oil tanker)	100,000	40,000	40	45,000	45
เรือบรรทุกสินค้า (product tanker)	40,000	12,000	30	15,000	38

[11] รัตนาภรณ์ อาณาประโยชน์, “แพลงก์ตอนที่มากับน้ำอับเฉาและการประเมินผลกระทบบริเวณท่าเรือจังหวัดชลบุรี”, (วิทยานิพนธ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546,) น. 3

[12] เพิ่งอ้าง,น.4

เรือสินค้าตู้ (container ship)	40,000	12,000	30	15,000	38
เรือสินค้าตู้ (container ship)	15,000	5,000	30	-	-
เรือสินค้าทั่วไป (general cargo ship)	17,000	6,000	35	-	-
เรือสินค้าทั่วไป (general cargo ship)	8,000	3,000	38	-	-
เรือ Ro-Ro (Ro-Ro pass ferry)	3,000	<1,000	-	-	-

ที่มา: Port of Brisbane Corporations (1999)[13]

2.2 ลักษณะและวิวัฒนาการของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น

2.2.1 ความหมายและลักษณะของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น

ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น (alien species, non-indigenous species, exotic species, non-native species, introduced species) หมายถึง ชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่ไม่เคยปรากฏในถิ่นใดถิ่นหนึ่งมาก่อน แล้วถูกนำมาหรือเดินทางเข้ามายึดครองและดำรงชีพอยู่ในอีกถิ่นหนึ่ง โดยอาจอยู่ได้อย่างดีหรือเลวขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของปัจจัยแวดล้อม และการปรับตัวของชนิดพันธุ์นั้นๆ[14] ซึ่งหากชนิดพันธุ์ต่างถิ่นนั้นรุกรานเข้าสู่ระบบนิเวศใหม่ และคุกคามต่อความสมดุลตามธรรมชาติของระบบนิเวศแหล่งที่อยู่อาศัย จะเรียกว่า ชนิดพันธุ์ผู้บุกรุก (invasive species) หรือ

---

[13] Port of Brisbane Corporations. Queensland, Australia(online).(1999). Available from: http://www.portbris.com.au/environ/docs/ballas/ball4.htm.(2003,Oct 24)

[14] อุทิศ กุฎอินทร์. “ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น,” ใน รายงานการประชุมวิชาการชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในประเทศไทย (กรุงเทพมหานคร : สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540) น. 44-55.

ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เป็นอันตราย[15] ส่วนชนิดพันธุ์พื้นเมืองหรือชนิดพันธุ์ดั้งเดิม (native species/ indigenous species/ endemic species[16]) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในพื้นที่กำเนิดดั้งเดิมภายในเขตแพร่กระจายตามธรรมชาติที่รายรอบและใกล้เคียงอื่นในพื้นที่นั้นด้วย

2.2.2 กลไกในการเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น

การเข้าสู่ดินแดนหรือพื้นที่ใหม่ของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นมี 3 แนวทางหลัก ได้แก่

2.2.2.1 การเข้ามาโดยความสามารถของชนิดพันธุ์

การเข้ามาโดยความสามารถของชนิดพันธุ์เอง[17] จะเกิดขึ้นได้กว้างขวาง โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีเขตต่อเนื่องกัน เช่นพื้นที่ป่าที่มีบริเวณกว้าง โดยประชากรของสิ่งมีชีวิตนั้นจะสามารถขยายพื้นที่การกระจายออกไปได้ในหลายสาเหตุ เช่น เมื่อถิ่นที่อยู่เดิมมีประชากรของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นมากเกินกว่าพื้นที่จะรองรับได้ สัตว์ส่วนเกินก็ต้องเดินทางเพื่อเสาะหาแหล่งที่อยู่ใหม่ เพื่อขยายแหล่งที่อยู่และแหล่งหาอาหารออกไป

การเข้ามาของชนิดพันธุ์ในลักษณะนี้ จะมีกลไกธรรมชาติหลายประการที่ควบคุมการขยายแหล่งกระจายของพืชและสัตว์ ในทางนิเวศวิทยาเรียกว่า สิ่งกีดกันการกระจาย (distribution barrier) โดยจำแนกได้เป็นสิ่งกีดกั้นทางกายภาพ (physical barriers) เช่น ทะเล มหาสมุทร แม่น้ำ หรือสันเขาที่สูง เป็นต้น และสิ่งกีดกั้นทางนิเวศวิทยา (ecological barriers) เช่น สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับการดำรงชีพ ขาดแคลนอาหาร ฤดูกาลไม่สัมพันธ์กับสภาพทางชีววิทยา ศัตรู เป็นต้น ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในหลายพื้นที่ซึ่งเป็นฝีมือมนุษย์ เช่น การเคลื่อนย้าย

---

[15] ตามอนุสัญญาฯ ข้อ 1(8) ชนิดพันธุ์ต่างถิ่น หมายถึง สิ่งมีชีวิตและเชื้อโรคที่เป็นอันตราย ซึ่งหากเข้าสู่ทะเล ปากแม่น้ำ (estuaries) หรือเข้าสู่แหล่งน้ำสะอาด อาจเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม สุขภาพมนุษย์ ทรัพย์สิน หรือแหล่งทรัพยากร ซึ่งเป็นการทำลายความหลากหลายทางชีว-ภาพ หรือแทรกแซงการใช้ประโยชน์อย่างอื่นของพื้นที่นั้นๆ

[16] คำว่า “endemic species” ในลักษณะแคบกว่า หมายถึง ชนิดพันธุ์เฉพาะถิ่น ซึ่งมีลักษณะเฉพาะตัวเป็นพิเศษ โดยเป็นชนิดพันธุ์ที่หายากและมีอยู่เฉพาะถิ่นใดถิ่นหนึ่งเท่านั้น เช่น ปูทูลกระหม่อม ที่พบในป่าดูนลำพันในประเทศไทยเท่านั้น

[17] อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ 14

สิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ในทะเล การวางท่อก๊าซในทะเล หรือการทำเหมืองแร่ในทะเล ก็เป็นการทำลายสิ่งกีดกั้นการกระจายซึ่งเป็นกลไกธรรมชาติ

2.2.2.2 <u>การเข้ามาโดยบังเอิญจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ</u>

การเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นโดยบังเอิญจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ[18]ในลักษณะนี้มนุษย์มิได้เกี่ยวข้อง (natural introduction) ซึ่งเกิดขึ้นได้หลายกรณี ปกติแล้วสิ่งมีชีวิตนั้นไม่เคยมีปรากฏมาก่อน เนื่องจากต้นตอของการวิวัฒนาการมิได้เริ่มในแหล่งนั้น ทั้งที่มีปัจจัยแวดล้อมเหมาะสม ซึ่งหากมีโอกาสได้เข้ามาก็สามารถดำรงชีพอยู่ได้และอาจพัฒนาเหนือชนิดพันธุ์ดั้งเดิมได้ การเข้ามาในลักษณะนี้มียกตัวอย่าง เช่น กรณีเกิดพายุที่มีความรุนแรงพัดพาเอาแมลง เมล็ดพืช สปอร์ บางชนิดล่องลอยไปตกในพื้นที่ห่างไกลแหล่งเดิม หรือการที่เมล็ดไม้ที่ทนน้ำเค็มถูกคลื่นพัดพาไปติดเกาะต่างๆ และงอกงามขึ้นมาภายในเกาะที่มีธรรมชาติที่เหมาะสม

2.2.2.3 <u>การเข้ามาโดยมนุษย์</u>

การเข้ามาของชนิดพันธุ์โดยมนุษย์นั้น (man-made introduction)[19] สามารถแบ่งได้เป็นการเข้ามาโดยมนุษย์แบบตั้งใจ (intentional introduction) และ การเข้ามาโดยมนุษย์แบบไม่ตั้งใจ (unintentional introduction)

(ก) <u>การเข้ามาโดยมนุษย์แบบตั้งใจ</u>

การเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นโดยมนุษย์แบบตั้งใจนั้น[20] เช่น การนำเข้า-ส่งออกชนิดพันธุ์ต่างถิ่น เพื่อผลประโยชน์ทางการด้านเศรษฐกิจในธุรกิจไม้ดอกไม้ประดับ ธุรกิจสัตว์เลี้ยง และปลาสวยงาม เป็นต้น การนำเข้าในกรณีนี้แบ่งเป็น การนำเข้าที่ถูกต้องตามกฎหมาย (legal introduction) โดยผ่านหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และการลักลอบนำเข้า (illegal introduction) ซึ่งพบมากในธุรกิจสัตว์เลี้ยง และไม้ดอกไม้ประดับ โดยจะมีกระบวนการสั่งชนิดพันธุ์ส่วนใหญ่ทาง

---

[18]อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ 14

[19] อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ 14

[20] อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ 14

อินเทอร์เน็ต การลักลอบนำเข้าส่วนใหญ่จะผ่านทางรอยต่อชายแดน หรือซุกซ่อนมาในกระเป๋าเดินทาง เนื่องจากการทำตามขั้นตอนทางกฎหมายที่ต้องใช้เวลานานและเสียค่าใช้จ่ายมาก[21] การเข้ามาในลักษณะนี้ คนที่นำเข้าชนิดพันธุ์ต่างถิ่นมักหวังแต่ประโยชน์ของการนำเข้าชนิดพันธุ์ต่างถิ่นนั้น เช่น ประโยชน์เพื่อการค้าหากำไร หรือเพื่อความสวยงาม โดยยังไม่ได้ศึกษาผลกระทบของการที่ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่นำเข้ามานั้นจะก่อขึ้นในอนาคต ตัวอย่างเช่น กรณีการนำเข้าผักตบชวา เพราะต้องการให้เป็นไม้ประดับ โดยได้นำผักตบชวาเข้ามาในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2444 จากเกาะชวา อินโดนีเซีย และนำไปปลูกไว้ที่วังสระปทุมในกรุงเทพมหานคร แต่จากการที่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วและประสบปัญหาน้ำท่วมวังสระปทุม ผักตบชวาจึงหลุดรอดออกมาและเกิดการแพร่กระจายไปทั่วจน กลายเป็นวัชพืชน้ำที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำอย่างรุนแรง[22] เช่นเดียวกันหอยเชอร์รี่ที่นำเข้ามาจากญี่ปุ่นและฟิลิปปินส์เพื่อเลี้ยงเป็นอาหารและประดับในตู้ปลา แต่ต่อมาแพร่ขยายไปในธรรมชาติจนกลายเป็นศัตรูที่สำคัญของข้าวและพืชไร่ต่างๆ [23] ดังนั้นเมื่อชนิดพันธุ์เหล่านั้นเล็ดลอดไปสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกก็จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อความหลากหลายทางชีวภาพเป็นผลให้เกิดการสูญพันธุ์ของชนิดพันธุ์และส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศทางธรรมชาติทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม

(ข) <u>การเข้ามาโดยมนุษย์แบบตั้งใจ</u>

การเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นโดยมนุษย์แบบไม่ตั้งใจ[24] หรือการนำเข้ามาแบบรู้เท่าไม่ถึงการณ์ (unintentional introduction) นั้น เช่น การติดมาของสปอร์ จุลินทรีย์ หรือแมลงขนาดเล็กจากการขนส่งหรือการเดินทางของมนุษย์ การเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในลักษณะนี้ได้คุกคามระบบนิเวศส่วนต่างๆ ของโลกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็วไปทั่วโลก มีการขยายตัวทางการค้าและการเดินทาง ซึ่งปัญหาสำคัญที่พบคือ การเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ติดมากับน้ำอับเฉาของเรือขนส่งสินค้า โดยพบว่าชนิดพันธุ์ต่างถิ่นถูกนำเข้ามาอยู่ในสภาวะแวดล้อมใหม่จากพาหนะที่ใช้ในการขนถ่ายและลำเลียงชนิดพันธุ์ให้เข้ามาอยู่ในสภาวะแวดล้อมใหม่ ซึ่งกรณีเข้ามา

---

[21] “ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานในประเทศไทย”, http://chm-thai.onep.go.th/webalien/species.

[22] เพิ่งอ้าง

[23] ประยงค์ อัฒจักร. “ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในประเทศไทย” นิตยสารสิ่งแวดล้อม ปีที่ 2 ฉบับที่ 7 (มกราคม-กุมภาพันธ์ 2540): น.17-22.

[24] อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ 14

ของเรือเดินระหว่างประเทศอาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรกเป็นลักษณะที่ปะปนมากับน้ำอับเฉาเรือเดินระหว่างประเทศ จากการศึกษาของ Chu และคณะในปี 1997[25] โดยการเก็บตัวอย่างน้ำอับเฉาทั้งสิ้น 12 ตัวอย่างจากเรือที่มาจากมหาสมุทรแปซิฟิก พบชนิดพันธุ์ทั้งสิ้น 81 ชนิด และพบว่าจำนวนชนิดพันธุ์จะลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้นของน้ำอับเฉา ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวยืนยันว่าน้ำอับเฉาเป็นตัวการสำคัญสำหรับการนำชนิดพันธุ์ต่างถิ่นเข้ามาในประเทศ โดยเฉพาะเส้นทางเดินเรือที่มีความแตกต่างทางระบบนิเวศของจุดหมายปลายทาง เช่น กรณีเมืองติดทะเลและเมืองท่าปากแม่น้ำ หรือน่านน้ำในเขตร้อนกับเขตหนาว[26] ทั้งนี้ ชนิดพันธุ์ที่นำเข้ามาและสามารถแพร่กระจายจนกลายเป็นชนิดพันธุ์ที่รุกราน อาจหมายถึง ชนิดพันธุ์นั้นคุกคามระบบนิเวศ แหล่งที่อยู่อาศัยหรือชนิดพันธุ์อื่นๆ[27]

ลักษณะประการที่สองเป็นลักษณะที่ติดมากับด้านนอกเรือสินค้า (Hull Fouling) เช่น มีผลงานวิจัยของนักศึกษาในวิทยาลัยทางทะเลแห่งออสเตรเลีย เมื่อปีค.ศ. 1999[28] ได้ศึกษาเรือเดินระหว่างประเทศจำนวน 21 ลำที่เข้าเทียบท่า Bell Bay และ Long Reach ทางตอนเหนือของแทสมาเนีย ประเทศออสเตรเลีย ระหว่างช่วงเดือนตุลาคม 1996 ถึงเดือนสิงหาคม 1997 โดยทำการเก็บตัวอย่าง 3 จุดจากลำเรือคือ ส่วนหัว กลาง และท้ายเรือ ซึ่งแต่ละจุดนั้นเก็บตัวอย่างใน 3 ระดับความสูงคือ ความสูงที่ระดับน้ำตอนกลางและตอนล่างเรือ ผลการศึกษาพบถึง 65 ชนิด ในจำนวนนี้มีชนิดพันธุ์ 4 ชนิดที่มาจากต่างประเทศ คือ *Megabalanus rosa, Megabalanus tintinnabulum, Balamus reticulates* และ *Watersipora arcuata* ซึ่งการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ

---

[25] Chu,K.H., Tam, P.H., Fung, C.H. and Chen, Q.C., "A Biological Survey of Ballast Water in Container Ships Entering Hong Kong", *Hydrobiologia*, 1997, 352(1): pp 201-206.

[26] Ricciardi, A. and Rasmussen, J.B., "Predicting the Identity and Impact of Future Biological Invaders: a Priority for Aquatic Resource Management", *Canadian Journal Fishery Aquatic Science*, 1998, 55: 1759-1765.

[27] อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ 10, p. 141.

[28] Coutts, A.D.M., *Hull Fouling as a Modern Vector for Marine Biological Invasions: Investigation of Merchant Vessels Visiting Northern Tasmania*, Master's Thesis, Faculty of Fisheries and Marine Environment, Australian Maritime College, 1999.

นักศึกษาในมหาวิทยาลัยฮ่องกง ในปี ค.ศ. 1993 [29] พบว่ามีชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ติดมากับข้างลำเรือถูกนำเข้ามาสู่ท้องทะเลในฮ่องกง มากถึง 78 ชนิด

ในกรณีการเคลื่อนย้ายชนิดพันธุ์ที่ติดมากับด้านนอกเรือเดินระหว่างประเทศนั้น ปัจจุบันมีแนวโน้มการพบที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ปะปนมากับน้ำอับเฉาซึ่งมีแนวโน้มการพบที่มากขึ้น เนื่องจากมีการป้องกันโดยทำการปรับปรุงน้ำยาเคลือบผิวเรือเพื่อให้ลดความเสี่ยงต่อการยึดเกาะของชนิดพันธุ์ได้ อีกทั้งระยะเวลาในการจอดเทียบท่าในแต่ละครั้งสั้นลง ทำให้ชนิดพันธุ์มีโอกาสยึดเกาะกับลำเรือได้น้อยลง[30] ชนิดพันธุ์ที่นำเข้ามาและสามารถแพร่ระบาดจนรุกรานได้นั้นมีหลายปัจจัยที่มีผลเกื้อหนุนให้ชนิดพันธุ์นั้นๆ ตั้งรกรากและคุกคามระบบนิเวศในที่สุด ซึ่งคุณสมบัติที่จะทำให้ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นกลายเป็นชนิดพันธุ์ที่รุกรานในสิ่งแวดล้อมใหม่นี้ ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้คือ[31] มีปริมาณและการกระจายตัวสูง มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย มีความหลากหลายทางพันธุกรรมสูง วงจรชีวิตสั้น การเจริญเติบโตรวดเร็ว มีอัตราการเกิดสูง ลักษณะการกินอาหารที่หลากหลาย ชอบอยู่เป็นกลุ่ม มีกลไกการกระจายตัวตามธรรมชาติได้เร็ว มีปฏิสัมพันธ์กับกิจกรรมของมนุษย์

2.2.3 วิวัฒนาการของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น (alien species evolution)

วิวัฒนาการของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น เริ่มตั้งแต่เมื่อเข้าสู่ระบบนิเวศแหล่งที่อยู่อาศัยแหล่งใหม่ จนเติบโต ขยายพันธุ์แพร่กระจายในระบบนิเวศนั้น สามารถเปรียบเทียบโดยกำหนดเป็นช่วงระยะเวลาได้ 4 ช่วง[32] ดังนี้

---

[29] Yan, S.K. and Huang, Z.F., *Biofouling of Ships in Daya Bay, China in: The Marine Biology of the South China Sea (ed. Morton. B.)*, Proceedings of the First International Conference on the Marine Biology of Hong Kong and the South China, Hong Kong, 28 October-3 November 1990, Hong Kong, Hong Kong University Press, 1993.

[30] อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ 28

[31] อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ 26

[32] ศักดิ์สิทธิ์ ตรีเดช. “ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในประเทศไทยและในมุมมองของอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ,” ใน รายการการประชุมเรื่องชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในประเทศไทย, น. 12

2.2.3.1 ช่วงระยะการเข้ามา (introduction phase)

ช่วงระยะการเข้ามา[33] คือ ช่วงระยะเวลาของการเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นซึ่งมีแนวทางการเข้ามาสู่ระบบนิเวศมาได้สามแนวทางดังกล่าวมาแล้ว คือ การแพร่กระจายเข้าไปโดยความสามารถของชนิดพันธุ์นั้นเอง การเข้ามาโดยบังเอิญจากธรรมชาติที่มนุษย์มิได้เกี่ยวข้อง กับการเข้ามาของชนิดพันธุ์โดยมนุษย์ทั้งโดยตั้งใจและไม่ตั้งใจ

2.2.3.2 ช่วงระยะการปรับตัว (adaptation phase)

ช่วงระยะการปรับตัว[34] คือ ช่วงระยะเวลาเมื่อชนิดพันธุ์ต่างถิ่นไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ได้ถูกนำเข้ามาในท้องถิ่นใหม่ซึ่งไม่ใช่แหล่งดั้งเดิมแล้ว ชนิดพันธุ์เหล่านั้นก็จะผ่านกระบวนการปรับตัวเพื่อความอยู่รอดในสภาพนิเวศวิทยาของพื้นที่ใหม่ ซึ่งอาจมีสภาพที่เหมาะสมหรือไม่เหมาะสมกับการอยู่รอดและการขยายพันธุ์ก็ได้ ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่อ่อนแอไม่สามารถแข่งขันกับชนิดพันธุ์ท้องถิ่นก็จะตายไป ตรงข้ามชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่มีความทนทานก็จะปรับตัวและเรียนรู้ที่จะมีชีวิตอยู่รอดในระบบนิเวศใหม่และจะพัฒนาการจนคุกคามการดำรงอยู่ของชนิดพันธุ์ท้องถิ่น

2.2.3.3 ช่วงระยะการก่อตัว (establishment phase)

ช่วงระยะการก่อตัว[35] คือ ช่วงระยะเวลาที่ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่สามารถปรับตัวได้ในท้องถิ่นใหม่จะพัฒนาให้อยู่ร่วมกับชนิดพันธุ์ท้องถิ่นควบคู่กันไป หรืออาจจะมีความก้าวร้าว แย่งชิงปัจจัยทางนิเวศวิทยาต่างๆ ของชนิดพันธุ์ท้องถิ่น จนกลายเป็นการชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เป็นอันตรายรุกรานและคุกคามชนิดพันธุ์พื้นเมืองในช่วงเวลาต่อมาได้ สำหรับชนิดพันธุ์ที่มีคุณลักษณะดังกล่าวจะพบในชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่หลังจากการนำเข้ามาและการปรับตัวแล้ว มีการแพร่กระจายอย่างรวดเร็วกลายเป็นวัชพืชรุนแรงหรือศัตรูพืชที่ทำลายและทำความเสียหายให้แก่ชนิดพันธุ์พื้นเมืองโดยไม่มีศัตรูธรรมชาติของมันในท้องถิ่นหรือแหล่งกำเนิดดั้งเดิมคอยควบคุมการเพิ่มความหนาแน่นของประชากรหรือระดับประชากรให้อยู่ในระดับสมดุลตามธรรมชาติ (natural equilibrium) ตัวอย่างเช่น

---

[33] อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ 32

[34] อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ 32

[35] อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ 32

ในประเทศนอร์เวย์ ปลาแซลมอนในแม่น้ำกว่า 30 แห่งได้สูญหายไปหลังจากมีผู้นำปลาแซลมอนจากทะเลบอลติกเข้าไปเลี้ยงเพื่อการประมง

2.2.3.4 ช่วงระยะการเป็นชนิดพันธุ์พื้นเมือง (naturalization phase)

ช่วงระยะการเป็นชนิดพันธุ์พื้นเมือง[36] คือ ช่วงระยะเวลาที่ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นนั้นสามารถผ่านช่วงเวลาของการปรับตัวและก่อตัวได้แล้ว จะแพร่กระจายปะปนกับชนิดพันธุ์พื้นเมืองกลมกลืนไปราวกับว่าเป็นชนิดพันธุ์พื้นเมือง เช่น พืชเศรษฐกิจของประเทศไทยหลายชนิด เป็นต้นว่า มันสำปะหลังและสับปะรด ซึ่งเคยเป็นชนิดพันธุ์ต่างถิ่นซึ่งมาจากประเทศบราซิล[37]

การพิจารณาว่าชนิดพันธุ์ต่างถิ่นชนิดใดที่มีความเป็นไปได้ที่จะกลายเป็นชนิดพันธุ์ผู้บุกรุก (invasive alien species) หรือเป็นอันตรายนั้นมีปัจจัยอยู่หลายประการ เช่น สภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ ระดับของความหลากหลายของระบบนิเวศวิทยา เป็นต้นว่า เกาะหรือแนวปะการัง บริเวณนั้นจะมีความหลากหลายทางชนิดพันธุ์น้อยและมีความอ่อนไวต่อการบุกรุกและรุกรานของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นสูง ตัวอย่างของระบบนิเวศที่เกี่ยวพันกับองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ที่จำกัดและอ่อนไหวต่อการบุกรุกของชนิดพันธุ์ คือ เกาะหรือหมู่เกาะ ซึ่งจะมีระบบนิเวศที่แตกต่างไปจากป่า โดยเฉพาะป่าไม้เขตร้อนนั้นจะมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์สูง กระบวนการทางระบบนิเวศของพื้นที่ที่เป็นเกาะก็คาดว่าจะมีความยืดหยุ่นต่ำและจะถูกบุกรุกทางชีวภาพได้ง่ายกว่ามากกว่าระบบนิเวศที่มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์สูง

อย่างไรก็ตาม ไม่ว่าชนิดพันธุ์ต่างถิ่นจะสามารถแพร่กระจายเข้าสู่สภาพแวดล้อมใหม่ได้หรือไม่ก็ตาม ขึ้นอยู่กับสภาพทางชีววิทยาของชนิดพันธุ์นั้น และปฏิกิริยาทางชีววิทยาของชนิดพันธุ์พื้นเมืองที่มีต่อชนิดพันธุ์ต่างถิ่น ผลกระทบของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นบางชนิดต่อชนิดพันธุ์พื้นเมืองของระบบนิเวศ หากไม่ถูกจำกัดโดยธรรมชาติ เช่น จากการที่ถูกสัตว์อื่นกินเป็นอาหาร เหล่านี้ถือเป็นองค์ความรู้ที่ต้องมีการรวบรวมเพื่อกำหนดมาตรการในการจัดการต่อผลกระทบของการนำเข้าของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น

---

[36] อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ 32

[37] อ้างแล้ว เชิงอรรถที่ 21

2.3 ผลกระทบของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น

ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เป็นอันตรายที่ติดมากับน้ำอับเฉาเรือนั้น ถือเป็นปัญหามลพิษทางทะเลที่มากับเรือ โดยพบว่าในแต่ละปีจะมีการถ่ายน้ำอับเฉาเรือประมาณ 10,000 พันล้านตัน และพบว่าแต่ละครั้งที่สูบถ่ายน้ำอับเฉาเรือนั้นมีสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์รวมกันกว่า 7,000-10,000 ชนิด ปะปนอยู่ด้วย[38] ซึ่งสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นเหล่านี้ จะก่อให้เกิดผลกระทบด้านต่างๆ ได้แก่

2.3.1 ผลกระทบด้านนิเวศวิทยา

การเข้ามาสู่ระบบนิเวศใหม่ของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ติดมากับน้ำอับเฉานั้น ส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพ โดยพบว่าเกิดขึ้นเป็นอันดับสองรองจากการใช้ทรัพยากรเกินขีดความสามารถ เพราะสิ่งมีชีวิตต่างถิ่นที่สามารถปรับตัวได้ในแหล่งอาศัยใหม่ จะแย่งชิงที่อยู่อาศัยและอาหารในระบบนิเวศท้องถิ่น ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมและถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำตัวอ่อน ทำให้สิ่งมีชีวิตพันธุ์พื้นเมืองถูกคุกคามและมีปริมาณลดลงหรือหมดไป ดังกรณี zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) ในแม่น้ำ Hudson บริเวณ Great Lake ทำให้ประชากรสัตว์ที่อาศัยบริเวณพื้นทะเลรวมถึงมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชลดลงถึงร้อยละ 80[39]

2.3.2 ผลกระทบต่อเศรษฐกิจ

ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เป็นอันตรายนั้นก่อให้เกิดความเสียหายต่อระบบสาธารณูปโภคต่างๆ เช่น ไฟฟ้า และประปา โดยในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกามีการศึกษาการกระจายของหอยแมลงภู่ม้าลาย zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) ที่ติดมากับน้ำอับเฉาเรือเดินทะเลระหว่างประเทศ ซึ่งพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1988 ต่อมาการกระจายพันธุ์ได้เพิ่มมากขึ้นโดยเฉพาะ

---

[38] กรมขนส่งทางน้ำและพาณิชย์นาวี, การสัมมนาแห่งชาติว่าด้วยอนุสัญญาการจัดการน้ำอับเฉาและตะกอนเรือ ค.ศ. 2004,11 มิถุนายน 2550, น. 1-2.

[39] Strayer,D., Smith, L. and Hunter, D. 1998. Effect of the zebra mussel (Dreissena polymorpha) invasion on the macro benthos of the freshwater tidal Hudson River. Canadian Journal of Zoology. pp. 419-425.

บริเวณ Great Lake หอยชนิดนี้เป็นชนิดพันธุ์ท้องถิ่นที่พบในบริเวณทะเลดำ ฝั่งยุโรปตะวันออก[40] โดยตัวอ่อนหอยจะไปยึดเกาะสิ่งก่อสร้างต่างๆ เช่น ท่อน้ำในระบบประปาก่อให้เกิดการอุดตันและเสียหาย รวมถึงส่งผลต่อระบบการผลิตกระแสไฟฟ้า การกัดกร่อนเรือหรือทุ่นลอย และพบมูลค่าความเสียหายทั้งหมดประมาณ 70 ล้านเหรียญดอลล่าร์สหรัฐ โดยโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้านิวเคลียร์ได้รับผลกระทบมากที่สุด[41]

2.3.3 ผลกระทบต่อสุขอนามัย

สิ่งมีชีวิตบางชนิดก่อให้เกิดโรค หรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เกิดการระบาดของโรค ทำให้ผู้คนจำนวนมากต้องเจ็บป่วยและเสียชีวิต เช่น เชื้ออหิวาห์ตกโรค (cholera) แบคทีเรีย จากประวัติศาสตร์ของการพัฒนาอุตสาหกรรมการเดินเรือได้ตระหนักว่าโรคภัยที่เป็นผลจากการขนส่งระหว่างประเทศถือเป็นภัยคุกคามสุขภาพสาธารณะ ในช่วงต้นศตวรรษที่ 14 การระบาดของโรคเคลื่อนที่มาตามเส้นทางการเดินเรือทางการค้า ส่งผลให้เกิดแนวคิดเรื่องการกักกันโรคขึ้นที่เมืองเวนิส โดยรัฐกำหนดให้เรือที่จะเข้าเทียบท่านั้นต้องทำการทอดสมอนอกชายฝั่งเป็นเวลาถึง 14 วัน และไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าฝั่งจนกระทั่งมั่นใจว่าเรือนั้นปลอดภัยจากเชื้อโรค แม้ว่าในช่วงเวลานั้นจะไม่มีความรู้ด้านวิชาการที่เกี่ยวกับเชื้อโรคมากนัก แต่ผลกระทบของการแพร่ระบาดของโรคเป็นที่รู้จักดี เช่น ในปี 1347 เรือหลายลำกลับจาก Constantinople และ Black Sea เมื่อเข้าสู่ท่าเมืองเวนิสได้นำเอาโรค Bubonic Plague/Black Death มาด้วย และในปี 1348 โรคนี้ได้แพร่ระบาดไปถึงปารีส และภายในเวลาไม่กี่เดือนได้แพร่กระจายสู่ลอนดอน การแพร่กระจายของโรคนี้เป็นเหตุให้คนจำนวนมากตาย และส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจของยุโรปเป็นเวลากว่า 200 ปี[42]

---

[40] Center for Aquatic Resource Studies. 2002. The Biological Resources Division. The U.S Geological Survey (online), http://nas.er.usgs.gov/zebra.mussel/docs/sp account.html#HDR1. (2004,Sep 13)

[41] O'Neill, Jr. C.R. 1997. Economic Impact of Zebra Mussels-Results of the 1995 National Zebra Mussel Information Clearinghouse Study. Great Laks Reseach Review. pp. 35-42.

[42] The Institute for Advanced Technologies in the Humanities, Plague and Public Health in Renaissance Europe, University of Virginia, 1994.

นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์บ่งว่า เชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และติดมากับน้ำอับเฉาของเรือ ยังมีเชื้อแบคทีเรียชื่อ *Vibrio Cholerae* ที่ส่งผลให้เกิดโรคระบบทางเดินอาหาร ซึ่งผู้เชี่ยวชาญด้านสุขอนามัยตรวจพบว่าเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ติดมากับสาหร่ายบางชนิดในสภาพแฝงตัวหรือรอโอกาสที่เหมาะสมเพื่อเป็นตัวแพร่เชื้อ (infectious agent)[43]

เมื่อปี 1973 งานวิจัยของ IMO แสดงไว้ว่าน้ำอับเฉาเป็นตัวการสำคัญในการแพร่กระจายของโรค ตั้งแต่นั้นมาปรากฏงานวิจัยต่างๆ ที่ยืนยันว่า น้ำอับเฉาสามารถนำเอาเชื้อ *Vibrio cholerae*, *Escherichia coli* และรูปแบบของเชื้อโรคอื่นๆ จากท่าเรือหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่งทั่วโลก และยังนำเอาเชื้อแบคทีเรียและไวรัสติดมากับน้ำอับเฉาของเรือ รวมทั้งแผ่นฟิล์มชีวภาพ (biofilm) ที่ติดอยู่ในแท็งก์อับเฉา ยิ่งกว่านั้น ยังปรากฏหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ว่า การถ่ายน้ำอับเฉาในทะเลเพียงเล็กน้อยเพื่อการลดปริมาณและความเข้มข้นของเชื้อโรคพวกนี้อาจจะกระตุ้นและเพิ่มจำนวนของเชื้อแบคทีเรียและไวรัส[44] นอกจากแบคทีเรียและไวรัสแล้ว น้ำอับเฉายังนำเอาชนิดพันธุ์ของสาหร่ายขนาดเล็ก รวมทั้งชนิดที่เป็นพิษที่อาจก่อรูปเป็นขี้ปลาวาฬ[45] (red tide/harmful algae blooms) และสารพิษจากปาราสิตในหอย (paralytic shellfish poisoning) ที่เป็นสาเหตุของโรคร้ายแรงและถึงแก่ชีวิต

---

[43] Monroe P.M. and Colwell R.R., "Fate of *Vibrio cholerae* 01 in Seawater Microcosms", *Water Research*, 1996, 30: pp. 47-50.

[44] Cangolosi A., Knigh I.T. et al., "Evaluating Bioeffectiveness of Flow-Through Mechanical Ballast Water Treatment Systems (Cyclonic Separation and UV, and Filtration and UV) at the Pilot and Full Scales", *Second International Conference on Marine Bioinvasions*, New Orleans, Louisiana, 2001.

[45] "ขี้ปลาวาฬ" หมายถึง ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี ซึ่งเกิดจากแพลงก์ตอนพืชบางชนิดที่รับธาตุอาหาร โดยเฉพาะไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และสภาวะที่เหมาะสมจึงเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้น้ำทะเลมีสีเปลี่ยนไปตามสีของแพลงก์ตอนที่มีมาก การเกิดปรากฏการณ์น้ำทะเลเปลี่ยนสีทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำน้อยลงจนถึงระดับที่สัตว์น้ำไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ โดยแพลงก์ตอนทำให้น้ำทะเลเน่าเสีย มีกลิ่นเหม็น ชายฝั่งสกปรก ทำลายทัศนียภาพและการท่องเที่ยว นอกจากนี้ การบริโภคสัตว์น้ำที่สะสมสารพิษจากแพลงก์ตอนพืช โดยเฉพาะพวกหอยต่างๆ อาจทำให้เป็นโรคอัมพาตได้

2.4 สถานการณ์ของการแพร่กระจายของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ติดมากับน้ำอับเฉาของเรือ

ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ติดมากับน้ำอับเฉาของเรือที่เดินทางข้ามมหาสมุทรนั้นได้สร้างปัญหาอย่างหนักต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล สาธารณสมบัติ และสุขอนามัยของมนุษย์ และปัญหาการเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เป็นอันตรายถึงขั้นเป็นภัยคุกคามสิ่งแวดล้อมทางทะเลนั้น มีลักษณะแตกต่างและไม่เหมือนกับปัญหาการรั่วไหลของน้ำมันจากเรือหรือมลภาวะจากเรือในรูปแบบอื่นๆ เนื่องจากชนิดพันธุ์ต่างถิ่นเหล่านี้ไม่สามารถกำจัด ทำความสะอาดหรือถูกดูดซับไปในมหาสมุทรในทันที โดยเมื่อระยะเวลาผ่านไปปัญหาจะค่อยๆ ทวีความรุนแรงขึ้น

ตัวอย่างของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่รุกรานและสร้างปัญหาให้กับดินแดนที่พวกมันถูกนำเข้าไป จะประกอบด้วยพืชน้ำ สัตว์น้ำ และจุลินทรีย์ (microbes) ได้แพร่กระจายไปรอบโลกโดยถูกนำมาในลำเรือในสภาพน้ำอับเฉา และเมื่อถูกปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมใหม่ ชนิดพันธุ์เหล่านี้อาจจะกลายเป็นชนิดพันธุ์ผู้บุกรุกและรบกวนระบบนิเวศและเศรษฐกิจในท้องถิ่นเดิมอย่างรุนแรง เชื้อโรคที่นำเข้ามานั้นก็เป็นสาเหตุของโรคและความตายของมนุษย์ บรรดาชนิดพันธุ์เหล่านี้ ได้แก่

1. เชื้อโรค *Cholera, Vibrio cholerae*[46] (various strains)

ถิ่นกำเนิด	มีการแพร่กระจายในบริเวณกว้าง
นำเข้าสู่	อเมริกาใต้ อ่าวเม็กซิโก และบริเวณอื่นๆ
ผลกระทบ	บางส่วนของการแพร่ระบาดของเชื้อโรคชนิดนี้ซึ่งติดมากับน้ำอับเฉา ตัวอย่างหนึ่งก็คือ การแพร่ระบาดที่เริ่มขึ้นพร้อมกันในบริเวณท่าเรือ 3 แห่งที่ห่างกันในประเทศเปรู เมื่อปี 1991 และข้ามไปยังบริเวณอเมริกาใต้ ส่งผลให้ภายในปี 1994 มีประชากรมากกว่าล้านคนติดเชื้อ และมากกว่าหนึ่งหมื่นคนตาย และเหตุการณ์ในลักษณะเช่นเดียวกันนี้ก็เคยปรากฏในประเทศบังคลาเทศ

[46] Global Ballast Water Management Programme, Ten of the Most Unwanted , Ballast Water News Issue 16 January-March 2004 p. 2.

2. หมัดน้ำ ชนิด *Cladoceran* / *Cercopagis pengoi*[47]

ถิ่นกำเนิด ทะเลดำและทะเลแคสเบียน (Black Sea and Caspian Sea)

นำเข้าสู่ ทะเลบอลติก (Baltic Sea)

ผลกระทบ ขยายพันธุ์และเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วจนคุกคามสังคมแพลงก์ตอนพืชและขัดขวางตะข่ายดักปลาและอวน ซึ่งส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจ

3. ปู Mitten Crab / *Eiocheir sinensis*[48]

ถิ่นกำเนิด เอเชียตอนเหนือ

นำเข้าสู่ ยุโรปตะวันตก ทะเลบอลติก และชายฝั่งตะวันตกของอเมริกาเหนือ

ผลกระทบ ประสบภัยจากการอพยพใหญ่เพื่อการขยายพันธุ์ จากการกัดเซาะตลิ่งและชายฝั่งของแม่น้ำ ส่งผลต่อการพังทลายและทำให้แม่น้ำตื้นเขิน กินปลาพื้นเมืองและหอย ส่งผลต่อการสูญพันธุ์ของสัตว์ท้องถิ่นระหว่างการแพร่พันธุ์ และเป็นอุปสรรคต่อกิจกรรมการประมง

4. สาหร่ายพิษ Toxic Algae[49] (Red-Brown / Brown-Green Tides)

ถิ่นกำเนิด หลากหลายชนิดในบริเวณกว้าง

นำเข้าสู่ ชนิดพันธุ์หลายชนิดที่นำเข้ามาในบริเวณแหล่งใหม่โดยติดมากับน้ำอับเฉา

ผลกระทบ อาจก่อรูปเป็นขี้ปลาวาฬ (Harmful Algae Blooms) ขึ้นอยู่กับชนิดของสาหร่าย สามารถก่อให้เกิดการตายจำนวนมากของสิ่งมีชีวิตในทะเล เนื่องจากขาดออกซิเจนและจากการปล่อยสารพิษ นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวและสันทนาการ และบางชนิดของสาหร่ายอาจปนเปื้อนลงในหอยที่มนุษย์นำมาบริโภคซึ่งจะส่งผลต่อสุขอนามัยของมนุษย์

---

[47] เพิ่งอ้าง

[48] เพิ่งอ้าง

[49] เพิ่งอ้าง

5. ปลาชนิด Round Goby / *Neogobius melanostomus*[50]

ถิ่นกำเนิด ทะเลดำ ทะเลแคสเบียนและอาซอฟ (Black, Asov and Caspian Sea)

นำเข้าสู่ ทะเลเหนือและทะเลบอลติก

ผลกระทบ เนื่องจากลักษณะเฉพาะตัวที่ทนทานและมีความอดทน ประกอบกับความสามารถในการปรับตัวได้ดี จึงเพิ่มจำนวนและแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว แย่งอาหารและถิ่นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตในท้องถิ่นเดิม รวมถึงชนิดพันธุ์สำคัญเพื่อการค้า และกินไข่และตัวอ่อนของสิ่งมีชีวิตพื้นเมืองเหล่านั้น

6. หวีวุ้นอเมริกาเหนือ (North American Comb Jelly / *Mnemiopsis leidyi*)[51]

ถิ่นกำเนิด ฝั่งทะเลตะวันออกของอเมริกา

นำเข้าสู่ ทะเลดำ ทะเลแคสเบียนและอาซอฟ (Black, Asov and Caspian Sea)

ผลกระทบ แพร่กระจายอย่างรวดเร็ว กินแพลงก์ตอนพืชจำนวนมากเป็นอาหาร เป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของห่วงโซ่อาหารและระบบนิเวศ เป็นเหตุให้การประมงในทะเลดำหยุดชะงักในศตวรรษที่ 19 และกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคม นอกจากนี้ ยังเกิดสถานการณ์อย่างเดียวกันในทะเลแคสเบียน

7. ปลาดาวทะเลแปซิฟิกเหนือ (North Pacific Seastar / *Asterias amurensis*)[52]

ถิ่นกำเนิด แปซิฟิกตอนเหนือ

นำเข้าสู่ ออสเตรเลียตอนใต้

ผลกระทบ ขยายอย่างรวดเร็วจนเป็นภัยคุกคามสิ่งแวดล้อมใหม่ กินหอย ซึ่งรวมถึงหอยเป๋าฮือ หอย Oyster และหอยพวก Clam ที่เป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจของประเทศออสเตรเลีย

---

[50] เพิ่งอ้าง

[51] เพิ่งอ้าง

[52] เพิ่งอ้าง

8. ปูยุโรปสีเขียว (Europe Green Crab / *Carcinus maenus*)[53]

ถิ่นกำเนิด ชายฝั่งแอตแลนติกทางยุโรป

นำเข้าสู่ ออสเตรเลียตอนใต้ แอฟริกาใต้ อเมริกา และญี่ปุ่น

ผลกระทบ โดยสภาพมีลักษณะการเข้าบุกรุกและปรับตัวได้ดี ทั้งยังต้านทานผู้ล่าได้ดี เนื่องจากมีเปลือกแข็ง แย่งชิงและเข้าแทนที่ปูท้องถิ่น และกลายเป็นชนิดพันธุ์ที่กลมกลืนไปกับสภาพแวดล้อมใหม่ เป็นนักล่าที่เข้มแข็ง จึงเป็นสาเหตุให้ระบบนิเวศชายฝั่งเปลี่ยนแปลงอย่างมาก

9. สาหร่าย (Asian Kelp / *Undaria pinnatifida*)[54]

ถิ่นกำเนิด เอเชียตอนเหนือ

นำเข้าสู่ ออสเตรเลียทางใต้ นิวซีแลนด์ ชายฝั่งตะวันตกของอเมริกา ยุโรป และอาร์เจนติน่า

ผลกระทบ เติบโตและแพร่กระจายอย่างรวดเร็วโดยสปอร์ เข้าแทนที่สิ่งมีชีวิตทางน้ำและสาหร่ายท้องถิ่น เปลี่ยนแปลงแหล่งที่อยู่ ระบบนิเวศ และห่วงโซ่อาหาร อาจส่งผลกระทบต่อหอยที่เป็นประโยชน์ทางการค้า ตลอดจนแย่งชิงพื้นที่และเปลี่ยนแปลงที่อยู่

10. หอยแมลงภู่ม้าลาย (Zebra Mussel / *Dreissena polymorpha*)[55]

ถิ่นกำเนิด ยุโรปทางตะวันออก (ทะเลดำ)

นำเข้าสู่ ยุโรปทางเหนือและทางตะวันตก รวมถึงไอร์แลนด์และทะเลบอลติก และบางส่วนทางตะวันออกของอเมริกาเหนือ

ผลกระทบ เข้าแย่งชิงแหล่งอาหารและที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตท้องถิ่น เปลี่ยนแปลงที่อยู่ ระบบนิเวศ และห่วงโซ่อาหาร ก่อให้เกิดปัญหารุนแรงต่อยานพาหนะและระบบโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ท่อประปา ฯลฯ เป็น

---

[53] เพิ่งอ้าง

[54] เพิ่งอ้าง

[55] Global Ballast Water Management Programme, 2nd Edition July 2002, Stopping the ballast water stowaways, The Impacts, p. 2.

เหตุให้อเมริกาต้องเสียค่าใช้จ่ายทางเศรษฐกิจสูงราวๆ 750 – 1,000 ล้านดอลล่าร์สหรัฐ ในช่วงปี 1989 และ 2000

สำหรับบริเวณของประเทศไทย การเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่มาพร้อมกับกิจกรรมการเดินเรือนั้น จากสถิติจำนวนเรือเดินระหว่างประเทศที่เข้ามาเทียบท่าในประเทศไทยมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี ทำให้ปริมาณน้ำอับเฉาที่ถ่ายออกมาก่อนการบรรทุกสินค้ามีปริมาณเพิ่มมากขึ้น โดยพบข้อมูลว่า มีการแพร่กระจายของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ติดมากับน้ำอับเฉาของเรือเดินทะเลในกรณีของสาบเสือ (*Chromolaena odorata*) ซึ่งเป็นวัชพืชที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในอเมริกากลาง มีเขตแพร่กระจายตั้งแต่ทางตอนใต้ของฟลอริดาจนถึงพื้นที่ทางตอนเหนือของประเทศอาร์เจนติน่า ระบาดไปทั่วเขตร้อนของโลกทุกทวีป ยกเว้นการระบาดเข้าไปในทวีปออสเตรเลีย ซึ่งเพิ่งจะพบเพียงเล็กน้อยในช่วงเวลา 10 ปีที่ผ่านมา ตามหลักฐาน สาบเสือระบาดเข้ามาในประเทศไทยและประเทศอื่นๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ในช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่ 1 (พ.ศ. 2457-2461) โดยสันนิษฐานว่าเมล็ดติดปะปนมากับน้ำอับเฉาของเรือสินค้าจากหมู่เกาะเวสต์อินดีสที่มาแวะเทียบท่าที่สิงคโปร์ แล้วแพร่กระจายเข้ามาสู่มาเลเซีย[56] ส่วนหลักฐานอื่นระบุว่าได้มีการปลูกสาบเสือในแคว้นเบงกอลแถบนอกเมืองกัลกัตตาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2425 และเมล็ดได้แพร่กระจายเข้าสู่อัสสัมในแคว้นอินเดีย พม่า แหลมมลายู และเกาะสุมาตราจนถึงกับมีการกำหนดว่าสาบเสือแพร่กระจายอยู่ในบริเวณดังกล่าว ซึ่งรวมถึงภาคใต้ของประเทศไทยด้วยมาตั้งแต่ก่อนปี พ.ศ. 2483 ส่วนการระบาดในพื้นที่อื่นรวมถึงภาคอื่นของประเทศไทยเป็นการระบาดหลังปี พ.ศ. 2483 ซึ่งรวมถึงการระบาดในแถบประเทศฝั่งตะวันตกของแอฟริกา เช่น ไนจีเรีย ด้วย

---

[56] ดร. สมชัย บุศราวิช สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, โครงการควบคุมและจัดการน้ำอับเฉาเรือ (Globallast), หน้า 9 (online), http://www.md.go.th/marine_water.php

2.5 แนวทางสำหรับการบำบัดน้ำอับเฉาเรือ

2.5.1 แนวทางป้องกันล่วงหน้า

แนวทางการป้องกันล่วงหน้าอาจถือเป็นหลักการที่มีเป็นพื้นฐานโดยทั่วไปในกฎหมายระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม เพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นหนทางบรรลุวัตถุประสงค์ของการพัฒนาอย่างยั่งยืน (sustainable developments) ซึ่งเป็นแนวทางที่ถูกนำมาใช้ปฏิบัติอย่างได้ผลนับตั้งแต่เรื่องการคุ้มครองชนิดพันธุ์ที่ใกล้จะสูญพันธุ์ (endangered species) จนถึงเรื่องการป้องกันการเกิดมลพิษ[57] แนวทางนี้เกิดจากการยอมรับว่า การรอให้ได้ทราบข้อมูลที่แน่นอนทางวิทยาศาสตร์นั้น อาจจะช้าเกินไปก่อนที่จะนำข้อมูลนั้นมากำหนดเป็นกฎหมาย หรือกว่าที่ผู้กำหนดนโยบาย (policymakers) จะยอมรับถึงผลนั้น ดังนั้น การดำเนินการใดๆ ที่เป็นลักษณะการป้องกันล่วงหน้า จะเป็นการช่วยป้องกันการเกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่า

ในการจัดการปัญหาการเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ติดมากับน้ำอับเฉาเรือนั้นต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของการป้องกันล่วงหน้า เพราะการขาดข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่แน่นอนเกี่ยวกับความเสี่ยงทางสภาพแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ อันเกิดจากชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่บุกรุก ไม่ควรนำมาใช้เป็นเหตุผลในการไม่ดำเนินการป้องกันใดๆ ต่อปัญหาที่ตามมาของการเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่มากับน้ำอับเฉาเรือ ขณะเดียวกัน การขาดข้อมูลที่แน่นอนเกี่ยวกับผลกระทบระยะยาวของชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่เป็นอันตรายซึ่งมากับน้ำอับเฉาเรือนั้น ไม่ควรใช้เป็นเหตุผลในการเลื่อนมาตรการในการจัดการและควบคุม ฉะนั้นการป้องกันล่วงหน้าจึงเป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการป้องกันความเสี่ยงอันตรายที่ยังไม่อาจทราบได้ และไม่อาจรู้ได้ว่าการดูดและปล่อยน้ำอับเฉาเรือและตะกอนลงสู่ท้องทะเลจะเป็นอันตรายต่อระบบนิเวศ สุขภาพอนามัย และเศรษฐกิจหรือไม่

แนวทางการป้องกันล่วงหน้าซึ่งนำมาใช้ป้องกันอันตรายจากชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่มากับน้ำอับเฉาเรือและตะกอนนั้นสามารถนำไปใช้ตั้งแต่ระดับของการวางนโยบายจนกระทั่งถึงการบัญญัติเป็นกฎหมาย อันได้แก่ การใช้ระบบใบอนุญาตในการสูบและถ่ายน้ำอับเฉา การประเมินความเสี่ยงหรือการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม การใช้มาตรการในการกักกัน และมาตรการควบคุมพื้นที่

---

[57] ชุมเจตน์ กาญจนเกสร, สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, อนุสัญญาและกฎหมายระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายทางชีวภาพ, 2539, น. 33-34

การจำแนกวินิจฉัยและติดตามตรวจสอบ ตลอดจนการให้ความรู้และเพิ่มความตระหนักแก่สาธารณชน รวมถึงการวิจัยและการฝึกอบรม เป็นต้น

2.5.2 แนวทางการจัดการน้ำอับเฉาของเรือ

แนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้เพื่อลดความเสี่ยงของการนำเข้าสิ่งมีชีวิตและเชื้อโรคที่เป็นอันตรายมากับน้ำอับเฉาของเรือนั้น จะต้องมีการควบคุมและจัดการกับน้ำอับเฉา เช่น

- การเปลี่ยนน้ำอับเฉาในทะเลลึก

การเปลี่ยนน้ำอับเฉาในทะเลลึกและห่างไกลจากชายฝั่งมากที่สุดเท่าที่ทำได้ เรือเดินระหว่างประเทศที่ทำการสูบน้ำอับเฉาในบริเวณมหาสมุทร (Mid-Ocean Ballast Water Exchanged) ที่มีระยะห่างจากชายฝั่งอย่างน้อย 200 ไมล์ทะเล และอยู่ในเขตเศรษฐกิจจำเพาะ (Exclusive Economic Zone) ทั้งมีความลึกอย่างน้อย 500 เมตร และความเค็มต้องไม่น้อยกว่า 30 ส่วนในพันส่วน ด้วยข้อสมมุติฐานที่ว่า เนื่องจากรูปแบบของสิ่งมีชีวิตจากกลางมหาสมุทรปรับตัวให้อยู่รอดได้ยากในบริเวณท่าเรือ อีกทั้งสัตว์พื้นทะเลซึ่งเป็นตัวที่สามารถแพร่กระจายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วจนกลายเป็นตัวรุกรานตามชายฝั่งหรือแหล่งน้ำต่างๆ จะพบได้น้อยในน้ำจากกลางมหาสมุทร[58]

- การบำบัดน้ำอับเฉาก่อนปล่อยทิ้ง

เทคโนโลยีการบำบัดน้ำอับเฉาก่อนที่จะมีการปล่อยลงท่าเรือปลายทางได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากหลายองค์กร อาทิ IMO การปล่อยน้ำอับเฉาโดยผ่านเทคโนโลยีการบำบัดก่อนนั้นมีหลายวิธี เช่น ผ่านแผ่นกรอง ใช้สารเคมี ใช้ความร้อน[59] เป็นต้น

การใช้ความร้อนอาจกระทำด้วยการกระตุ้นด้วยไฟฟ้า หรืออุลตราไวโอเลต หรือระบบฟลูออเรสเซนต์จนถึงระดับที่หยุดการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตได้ ความร้อนสามารถใช้กำจัดสิ่งมีชีวิตที่

---

[58] Hay, C., Handley, S., Dodgshun, T., Taylor, M. and Gibbs, W.(1997), Cawthorn's ballast water research Final report. Cawthron Institute Report 417, 1997, p 67.

[59] เพิ่งอ้าง

ปะปนมากับน้ำอับเฉาเรือและตะกอนได้ในระดับหนึ่ง[60] ดังนั้นจึงเป็นวิธีหนึ่งในการป้องกันการเข้ามาของชนิดพันธุ์ต่างถิ่น เมื่อปี ค.ศ. 1995 The Cawthron Institute ซึ่งตั้งอยู่ที่ Nelson ใน the South Island ของประเทศนิวซีแลนด์ ได้ทำการพัฒนาและวิจัยทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการบำบัดน้ำอับเฉาเรือและความปลอดภัยทางชีวภาพทางทะเล เพื่อจุดมุ่งหมายในการลดอัตราการบุกรุกและปรับปรุงการจัดการเกี่ยวกับชนิดพันธุ์ ได้ใช้ความร้อนจากเครื่องกลของเรือมากำจัดสิ่งมีชีวิตที่ไม่พึงประสงค์ในน้ำอับเฉาเรือ โดยได้ทำการพัฒนาระบบเครื่องกลบนเรือชื่อ Rotoma และนำความร้อนจากเครื่องกลของเรือมาบำบัดน้ำอับเฉา โดยน้ำจากถังอับเฉาจะถูกสูบผ่านความร้อนซึ่งเป็นความร้อนจากเครื่องกลของเรือ ผลการศึกษาปรากฏว่าสามารถกำจัดสิ่งมีชีวิตได้ใน 6-10 ชั่วโมงด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 36-38 องศาเซลเซียล[61]

การบำบัดโดยใช้แผ่นกรอง สามารถใช้สำหรับกรองสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ไม่ให้ผ่านไปได้ แต่อาจมีสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กหลุดออกมาได้ จึงต้องมีการเพิ่มมาตรการบำบัดให้มีมาตรฐานสูงขึ้น ส่วนการใช้สารเคมีในการบำบัดน้ำอับเฉาเรือและตะกอนก่อนปล่อยลงสู่ท่าเรือ ก็สามารถใช้สารเคมีหลายชนิดในการกำจัดสิ่งมีชีวิตที่ติดมากับน้ำอับเฉาและตะกอน เช่น สารคลอรีน หรือไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เป็นต้น

- <u>การใช้น้ำจืดแทนน้ำทะเล</u>

วิธีการบำบัดน้ำอับเฉาประการต่อมาคือ การใช้น้ำจืดแทนน้ำทะเลเป็นอับเฉาเรือเพื่อถ่วงดุล เพราะแม้ในน้ำจืดจะมีการเปื้อนของสิ่งมีชีวิตอยู่บ้าง แต่สิ่งมีชีวิตที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำจืดนั้นจะเป็นคนละสายพันธุ์กับสิ่งมีชีวิตที่ปนเปื้อนอยู่ในทะเล เมื่อสิ่งมีชีวิตที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำจืดหลุดไปอยู่ในน้ำทะเลจึงทำให้ไม่สามารถดำรงชีวิตรอดอยู่ในน้ำเค็มได้ จึงมีแนวคิดว่าอาจนำน้ำจืดมาใช้เป็นน้ำอับเฉาแทน แต่ก็มีข้อเสียคือต้องใช้น้ำจืดปริมาณมาก โดยหากเรือไม่ได้จอดอยู่ใกล้กับแหล่งน้ำจืด เช่น แม่น้ำ คลอง ฯลฯ จึงเป็นเรื่องลำบากที่จะสูบน้ำจืดมาใช้แทนน้ำทะเลเพื่อเป็นอับเฉารักษาสมดุลของเรือ

---

[60] เพิ่งอ้าง

[61] Tim Dodgshun, Developments Down Under, Global Ballast Water Management Programme, <u>Ballast Water News</u>, Issue 2 July-September 2000, p. 4.

สำหรับแนวทางเหล่านี้ถือเป็นแนวทางเบื้องต้นในการควบคุมและจัดการกับน้ำอับเฉาที่สามารถนำไปพัฒนาให้ดีขึ้นได้ตามความเจริญก้าวหน้าของเทคโนโลยี โดยมีแนวคิดว่าการเปลี่ยนถ่ายน้ำอับเฉาโดยปราศจากการควบคุมและจัดการที่ดี อาจจะก่อให้เกิดความเสี่ยงของการนำสิ่งมีชีวิตและเชื้อโรคที่เป็นอันตรายติดมากับน้ำอับเฉาของเรือและตะกอนด้วยอันจะส่งผลเสียหายต่อสภาพสิ่งแวดล้อม