บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประยุกต์ใช้ข้อมูลรีโมทเซ็นซิ่งและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สำหรับงานระบาดวิทยาของโรคมาลาเรีย พื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี และจังหวัดศรีสะเกษ ได้มีการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาครั้งนี้ดังนี้

2.1 มาลาเรีย

2.2 ระบาดวิทยาของโรคมาลาเรีย

2.3 แนวทางการควบคุมโรคมาลาเรีย

2.4 รีโมทเซ็นซิ่งและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาลาเรีย

มาลาเรียเป็นโรคที่เกิดขึ้นในภูมิภาคเขตร้อน มียุงก้นปล่อง (Anophelines) เท่านั้นที่เป็นพาหะโรคมาลาเรีย มีรายงานพบยุงก้นปล่องประมาณ 422 ชนิด (Species) ทั่วโลก แต่ยุงก้นปล่องเพียง 68 ชนิดที่เป็นยุงพาหะของโรคมาลาเรีย ในจำนวนนี้พบว่ามี 40 ชนิดที่เป็นยุงพาหะหลัก (Gilles and Warrel, 1993) ในประเทศไทย มีรายงานพบยุงก้นปล่อง จำนวน 72 ชนิด ในจำนวนนี้มียุงก้นปล่องที่พิสูจน์แล้วพบว่าเป็นยุงพาหะหลักเพียง 3 ชนิด ที่มีความพร้อมต่อการรับเชื้อมาลาเรียสูง (High receptivity) ดังนี้

ยุงก้นปล่องชนิดมินิมัส	(*Anopheles minimus s.l.*)
ยุงก้นปล่องชนิดไดรัส	(*An. Dirus s.l.*)
ยุงก้นปล่องชนิดแมคคูลาตัส	(*An. Maculates complex*)

ยุงพาหะรอง (Secondary Vector)

ได้แก่ยุงที่สงสัยว่าอาจเป็นพาหะนำเชื้อไข้มาลาเรียได้ มีความพร้อมต่อการรับเชื้อมาลาเรียปานกลาง (Moderate receptivity) ตรวจพบ Sporozoite ในต่อมน้ำลาย แต่มีบทบาทในการแพร่เชื้อน้อยกว่ายุงพาหะหลัก ยุงในกลุ่มนี้มี 3 ชนิด คือ

ยุงก้นปล่องชนิดซันไดคัส	(*An. sundicus*)
ยุงก้นปล่องชนิดอโคไนตัส	(*An. aconitus*)
ยุงก้นปล่องชนิดซูโดวิวโมไร	(*An. pseudowillmori*)

ยุงพาหะสงสัย (Suspected Vector)

ได้แก่ยุงที่สงสัยว่าอาจแพร่เชื้อไข้มาลาเรียได้ในบางสถานการณ์มีความพร้อมต่อการรับเชื้อต่ำ (Row receptivity) ยุงในกลุ่มนี้มี 4 ชนิด คือ

ยุงก้นปล่องชนิดฟิลิปปินส์เนนซีล	(*An. philippinensis*)
ยุงก้นปล่องชนิดบาร์บิรอสตริส	(*An. barbirostris*)
ยุงก้นปล่องชนิดแคมเพสตริส	(*An. campestris*)
ยุงก้นปล่องชนิดคิวลิซิเฟซีส์	(*An. culicifacies*)

ยุงก้นปล่องมีวงจรชีวิตเป็นแบบที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในแต่ละระยะของการเจริญอย่างสมบูรณ์ ประกอบด้วย 4 ระยะ แต่ละระยะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแตกต่างกันอย่างเห็นเด่นชัด ได้แก่ ระยะไข่ ระยะลูกน้ำ ระยะดักแด้หรือตัวโม่ง และระยะตัวเต็มวัยหรือระยะตัวแก่ ซึ่ง 3 ระยะแรกอาศัยอยู่ในน้ำ

ไข่ยุงก้นปล่อง

ยุงก้นปล่องจะวางไข่ใบเดี่ยวๆ มีลักษณะยาวรี รูปร่างคล้ายเรือซึ่งจะมีทุ่นลอยเรียก float เพื่อการลอยตัวบนผิวน้ำ ไข่ของยุงก้นปล่องจะฟักในน้ำเสมอ และส่วนมากไม่สามารถอยู่ได้ในสภาพแห้งแล้งที่ปราศจากน้ำซึ่งต่างกับไข่ของยุงลาย ยุงก้นปล่องจะวางไข่ได้ในน้ำหลายลักษณะทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม โดยทั่วไปยุงก้นปล่องจะวางไข่ได้ครั้งละ 50 – 500 ฟอง

ในฤดูร้อนของประเทศไทย ไข่ยุงก้นปล่องจะฟักเป็นตัวภายใน 36 – 48 ชั่วโมง ในฤดูหนาวใช้เวลานานกว่าคือ ประมาณ 76 – 96 ชั่วโมง โดยเฉลี่ยทั่วไปประมาณ 2 – 3 วัน แต่ในประเทศแถบหนาวเย็นอาจใช้เวลานาน 2 – 3 สัปดาห์

ลูกน้ำยุงก้นปล่อง

เมื่อตัวอ่อนเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะฟักออกจากไข่ (hacth) กลายเป็นระยะลูกน้ำซึ่งไม่มีขา ลำตัวของลูกน้ำประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง สำหรับส่วนท้องประกอบด้วยปล้องท้องจำนวน 9 ปล้อง แต่ปล้องที่ 8 และ 9 จะรวมติดกันเป็นอวัยวะหายใจเรียก spiracular opening ลำตัวลูกน้ำจะมีสีขาวขุ่นหรือน้ำตาลอ่อน ส่วนบริเวณหัวจะมีสีน้ำตาลเข้ม ลูกน้ำยุงลายชอบอาศัยและเจริญเติบโตในน้ำค่อนข้างสะอาด แต่ลูกน้ำยุงก้นปล่องบางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ในน้ำกร่อยตามบริเวณบึงป่าชายเลน

ดักแด้หรือตัวโม่ง

เมื่อลูกน้ำลอกคราบครั้งสุดท้ายก็จะเข้าสู่ระยะตัวโม่ง มีรูปร่างคล้ายเลขหนึ่งไทยหรือเครื่องหมายคอมม่า ส่วนหัวและส่วนอกหลอมติดกัน ท่อหายใจมีรูปร่างคล้ายแตร ดักแด้หรือตัวโม่งไม่กินอาหาร เตรียมพร้อมที่จะพัฒนาเป็นยุงระยะตัวเต็มวัย โดยจะลอยตัวนิ่งที่ผิวน้ำเพื่อ

หายใจเพียงอย่างเดียว ระยะนี้กินเวลาประมาณ 2 – 3 วัน จึงจะลอกคราบกลายเป็นตัวเต็มวัยบินขึ้นจากผิวน้ำ

ยุงระยะตัวเต็มวัยหรือตัวแก่

ยุงระยะตัวเต็มวัยมีลำตัวยาวเรียวเล็ก สามารถมองเห็นชัดเจนว่าลำตัวประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง ระยะตั้งแต่ไข่จนถึงตัวเต็มวัย ใช้เวลาประมาณ 12 – 14 วันในฤดูร้อน และประมาณ 21 – 28 วันในฤดูหนาว

พฤติกรรมของยุงก้นปล่อง

การเกาะพัก (Resting)

ยุงก้นปล่องเกือบทั้งหมดออกหากินในเวลากลางคืนและจะพักผ่อนในเวลากลางวัน ยกเว้นบางชนิดที่อยู่ในป่าซึ่งจะออกกัดกินเหยื่อที่พบในเวลากลางวัน บริเวณที่เกาะพักของยุงก้นปล่องจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของยุง เช่น ซอกหินนอกบ้าน คอกสัตว์ ริมฝั่งน้ำ โพรงต้นไม้ กอหญ้า พุ่มไม้ บริเวณที่มีความชื้นและจะแตกต่างกันไปตามฤดูกาล ท่าการเกาะพักของยุงสามารถใช้เป็นสิ่งแบ่งแยกชนิดของยุงก้นปล่องออกจากยุงชนิดอื่น เช่น ยุงก้นปล่องเวลาเกาะส่วนท้องจะตั้งทำมุมกับพื้นผิวที่เกาะพักหรือผิวหนังเหยื่อ ส่วนยุงชนิดอื่นส่วนใหญ่เวลาเกาะลำตัวขนานกับพื้นผิวที่เกาะหรือกัด

การบินและการกระจายตัว

ยุงก้นปล่องสามารถทำการบินได้ตลอดทั้งคืนจากก่อนมืดและหลังจากรุ่งอรุณเล็กน้อย การบิน (flight) หมายถึงระยะทางที่ยุงก้นปล่องบินโดยใช้อวัยวะปีกเป็นตัวปฏิบัติการ แต่การกระจายตัว (dispersal) หมายถึงการที่ยุงก้นปล่องแพร่ไปในที่ต่างๆ เป็นการบินระยะสั้นๆ โดยกระทำซ้ำแล้วซ้ำอีก การบินและการกระจายตัวของยุงไม่เพียงแต่เป็นความสามารถโดยธรรมชาติของยุงเท่านั้น แต่ยังได้รับอิทธิพลจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมด้วย เช่น แหล่งเลือดหรือการมีสิ่งกีดขวาง เช่น ต้นไม้ใหญ่ ป่า ภูเขาและความเร็วของกระแสลม เป็นต้น สาเหตุที่ยุงบินเกิดจากหลายวัตถุประสงค์ เช่น การมีพฤติกรรมทางเพศโดยการบินเวียนเกี้ยวพาราสีล่อตัวเมียให้บินมาผสมพันธุ์ หรือบินเพื่อหาที่เกาะพักหรือหาแหล่งเพาะพันธุ์ และหาเหยื่อ เป็นต้น โดยทั่วไปยุงก้นปล่องสามารถบินไม่เกิน 2 – 3 กิโลเมตรจากแหล่งเพาะพันธุ์ อย่างไรก็ตามมีรายงานว่ายุงก้นปล่องสามารถบินได้ไกลถึง 72 กิโลเมตร

การกระจายทางพื้นที่

Hagerstrand (1962) กล่าวว่าการแพร่กระจายจากจุดกำเนิดไปสู่ที่ใหม่มีความเป็นไปได้ในหลายลักษณะ และหลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกัน ในอดีตเชื่อว่าเป็นการศึกษาเส้นทางการแพร่กระจายและลักษณะการกระจายของสิ่งนั้นในพื้นที่ใหม่ไม่ว่า

จะเป็นเทคโนโลยี นวตกรรม ข่าวสาร โรคติดต่อ และผลอันเกิดจากการยอมรับการแพร่กระจาย คือ ความแตกต่างทางพื้นที่และยังเชื่อว่าจุดกำเนิดของสิ่งต่างๆ มีน้อยแต่การกระจายจะช่วยให้สิ่งนั้นแผ่คลุมพื้นที่กว้างภายในเวลาและสถานที่ต่างกัน การศึกษาการแพร่กระจายจะทำให้ทราบศูนย์กลางการแพร่กระจาย และเหตุผลว่าทำไมถึงอยู่ตรงนั้น อัตราการกระจายเป็นไปในลักษณะใดเส้นทางและช่องทางการแพร่กระจายเป็นอย่างไร ลักษณะการแพร่กระจายของโรคติดต่อบางโรคจะเป็นการแพร่แบบย้ายแหล่ง (Relocation Diffusion) โดยย้ายจากถิ่นเดิมไปสู่ที่ใหม่ทำให้ที่เดิมปราศจากปรากฏการณ์นั้น เช่น การย้ายถิ่นของประชากร แต่โดยปกติการแพร่กระจายไม่ได้เป็นไปโดยราบรื่น มีอุปสรรคจากภูมิประเทศ สังคมและวัฒนธรรมต่างๆ กันทำให้การแพร่กระจายช้าลงหรือเปลี่ยนทิศทางหรือหยุดชะงักได้

ปัจจัยที่สำคัญของยุงพาหะต่อการแพร่เชื้อมาลาเรีย

การแพร่เชื้อมาลาเรียในธรรมชาติขึ้นอยู่กับปัจจัยเกี่ยวข้องกับเชื้อมาลาเรีย ยุงพาหะ คน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะมีความสัมพันธ์และบทบาทร่วมกันในการแพร่โรคในแต่ละท้องถิ่น ปัจจัยที่เกี่ยวกับยุงพาหะประกอบด้วย

1. ความหนาแน่นของยุงพาหะ (vector density) ยุงที่มีนิสัยชอบดูดกินเลือดคนจะมีโอกาสแพร่เชื้อมาลาเรียได้สูงกว่ายุงที่ชอบดูดกินเลือดสัตว์ ความหนาแน่นของยุงโดยทั่วไปขึ้นอยู่กับฤดูกาล เนื่องจากยุงแต่ละชนิดจะมีแหล่งเพาะพันธุ์ที่แตกต่างกันออกไป ในช่วงที่ฝนตกชุกแหล่งเพาะพันธุ์อาจลดลงเนื่องจากปริมาณน้ำมาก กระแสน้ำไหลแรง และหรือน้ำท่วมแหล่งเพาะพันธุ์ การแพร่เชื้อมาลาเรียจึงเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาที่มีความชุกชุมของยุงพาหะสูงเป็นส่วนใหญ่

2. นิสัยการดูดกินเลือด (host preference) ยุงที่มีนิสัยชอบกินเลือดคนจะมีความสามารถแพร่เชื้อมาลาเรียสู่คนได้สูง เช่น *Anopheles dirus* ซึ่งพบมากในท้องที่ป่าเขา มีความสามารถสูงในการแพร่เชื้อมาลาเรียสู่คน มีค่าดัชนีเลือดคน (human blood index) สูงถึง 0.9 เมื่อเทียบกับ *Anopheles minimus* จึงมีความสามารถในการเป็นยุงพาหะที่ดีกว่า

3. ความถี่ของการเข้ากัดคน (frequency of man biting) ยุงเพศเมียจะเข้ากัดกินเลือดตามช่วงเวลา gonotrophic cycle คือระยะเวลาตั้งแต่ยุงเพศเมียกินเลือดจนวางไข่และต้องการกินเลือดอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งโดยทั่วไปจะกินเวลา 2 – 4 วัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับฤดูกาลด้วย เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยลดต่ำลง ระยะเวลาที่ใช้สำหรับการเจริญเติบโตของไข่ยาวนานขึ้น การเข้ากัดกินเลือดจะช้าลงกว่าปกติ ทำให้โอกาสของการแพร่เชื้อลดน้อยลงด้วย แต่เมื่ออุณหภูมิเฉลี่ยสูงขึ้น ยุงพาหะจะเข้ากัดคนบ่อยมาก ทำให้การแพร่เชื้อเพิ่มขึ้น

4. อายุขัย (longevity) ตามปกติยุงเพศเมียจะมีอายุขัยประมาณ 4 – 6 สัปดาห์ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิเป็นตัวกำหนด ยุงพาหะที่มีอายุยืนยาวโอกาสแพร่เชื้อมาลาเรียจะสูงกว่ายุงที่มีอายุสั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลังจากพบ sporozoite ในต่อมน้ำลายแล้ว เพราะทุกครั้งที่เข้ากัดกินเลือดคนยุงสามารถปล่อยเชื้อมาลาเรียเข้าสู่คนได้ทุกครั้งจนตลอดอายุขัย

5. ระยะบิน (flight range) ยุงพาหะแต่ละชนิดมีระยะบินแตกต่างกัน ทั้งนี้มีองค์ประกอบอื่นที่เกี่ยวข้องอีกมาก เช่น ทิศทางลม สภาพท้องที่ สิ่งกีดขวาง ภูเขา ต้นไม้ ระยะทางจากแหล่งเพาะพันธุ์และแหล่งที่อยู่ของเหยื่อ เป็นต้น ยุงพาหะที่บินได้ไกลสามารถแพร่เชื้อไปได้กว้างขวางมาก ยุงพาหะบางชนิดสามารถแพร่เชื้อมาลาเรียในพื้นที่ห่างไกลออกไปโดยติดไปกับเครื่องบิน เรือ รถยนต์ หรือยานพาหนะอื่นๆ ได้เช่นกัน

2.2 ระบาดวิทยาของโรคมาลาเรีย

โรคมาลาเรียในประเทศไทย

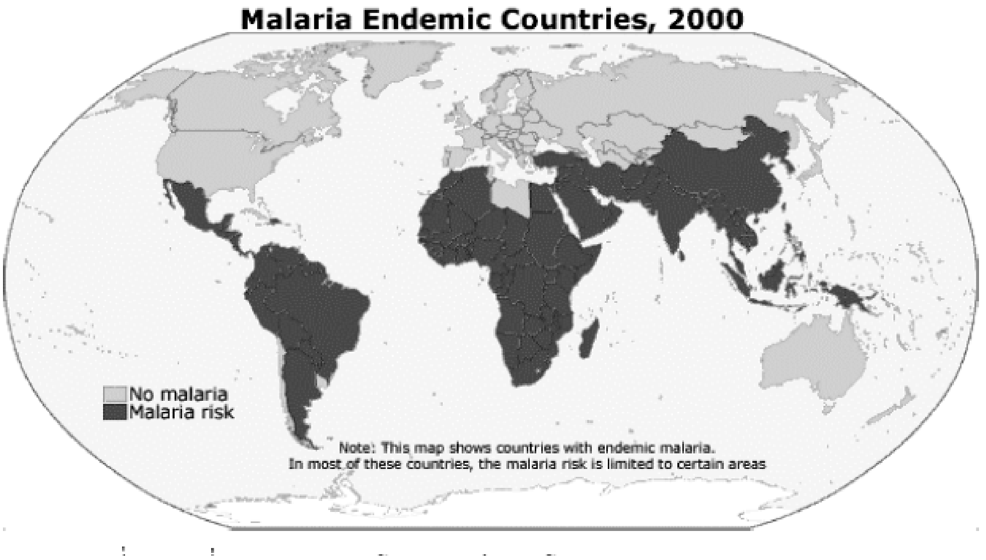
ไข้มาลาเรียหรือโรคมาลาเรียได้ปรากฏเป็นปัญหาสำคัญทางสาธารณสุขของประเทศไทยมาแต่โบราณ เคยมีบันทึกการเสียชีวิตจากไข้จับสั่นสูง 40,347 รายในปี พ.ศ. 2473 ปัจจุบันไข้มาลาเรียมีแนวโน้มลดลงมากจากที่เคยพบผู้ป่วยชาวไทยจำนวน 168,370 รายในปี พ.ศ. 2535 เหลือเพียง 30,612 รายในปี พ.ศ. 2547 คิดเป็นอัตราป่วยหรือมีอุบัติการณ์ของโรคมาลาเรีย 0.51 ต่อประชากร 1,000 คนและมีผู้ป่วยตายจากโรคมาลาเรีย 230 ราย แม้ว่าจำนวนผู้ป่วยจะลดลงอย่างมากโดยลำดับแต่โรคมาลาเรียยังถือเป็นโรคประจำท้องถิ่นที่ต้องเฝ้าระวังของประเทศไทยทั้งนี้ผู้ป่วยแต่ละปีมากกว่าร้อยละ 70 จะพบในจังหวัดที่มีพื้นที่ชายแดนไทยกับเมียนมาร์และไทยกับกัมพูชา การระบาดของโรคมาลาเรียในประเทศไทยปรากฏมากใน 2 ช่วงของปี ได้แก่ ในช่วงฤดูฝน คือเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม และฤดูหนาว คือเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม

การติดต่อของโรคมลาเรีย

โดยวิธีธรรมชาติไข้มาลาเรียจะติดต่อได้เมื่อผู้ป่วยถูกยุงพาหะที่มีเชื้อมากัดแต่การได้รับเลือดที่มีเชื้อมาลาเรียระยะไม่มีเพศสามารถทำให้เกิดโรคได้เช่นกัน ในบางกรณีพบว่าสามารถพบเชื้อมาลาเรียในทารกหลังคลอดได้หากมารดาป่วยเป็นโรคมาลาเรีย อย่างไรก็ตามยังไม่พบหลักฐานว่าเชื้อสามารถผ่านจากมารดาสู่ระบบไหลเวียนของรกไปยังทารกในครรภ์ได้โดยตรง จึงเชื่อว่าโรคมาลาเรียในทารกหลังคลอดเกิดจากการหลุดลอดของเชื้อไปสู่ทารกขณะเกิดการลอกตัวของรกในกระบวนการคลอด

องค์ประกอบทางระบาดวิทยา การเกิดโรคมาลาเรียได้ต้องอาศัยปัจจัยหลักทางด้านปัจจัยสิ่งแวดล้อม (อุษา เล็กอุทัย, 2540)

1. สภาพภูมิประเทศ มาลาเรียเป็นโรคที่พบได้ทั้งในเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน เนื่องจากยุงก้นปล้องเจริญเติบโตไม่ดีในอุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส มาลาเรียมีขอบเขตการแพร่กระจายกว้างขวาง ระหว่างเส้นรุ้งที่ 64 องศาเซลเซียส เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 32 องศาเซลเซียส ใต้ และครอบคลุมพื้นที่ซึ่งอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางถึง 400 เมตร จนถึงพื้นที่ที่อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเลปานกลางถึง 2,600 เมตร



ภาพที่ 2 แผนที่การกระจายของโรคมาลาเรียของโลก (University of Wisconsin, 2002)

ยุงก้นปล้องจะออกหากินใกล้ๆ กับแหล่งน้ำที่มันเกิดไม่เกิน 2 – 3 กิโลเมตร จำนวนเลือดที่ดูดและจำนวนครั้งที่กัดขึ้นอยู่กับชนิดของยุงก้นปล้อง เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.3 – 3.9 ไมโครลิตรต่อครั้งหลังจากดูดเลือดแล้วโดยมากจะเกาะที่ผนังบ้านหรือเพดานก่อนแล้วจึงบินออกจากบ้าน ซึ่งยุงก้นปล้องในแต่ละท้องที่จะมีความเป็นพาหะต่างกันด้วย

2. การสร้างบ้าน บ้านที่อยู่ใกล้แหล่งเพาะพันธุ์พาหะ มีความถี่ของการติดเชื้อมาลาเรียสูง ระยะเวลาที่อาศัยในหมู่บ้าน ประชากรที่อาศัยในพื้นที่ที่มีมาลาเรียนานกว่า 5 เดือน มีอัตราการติดเชื้อสูง การศึกษาของตวงพร วงศ์จันทร์พงษ์ (2533) พบว่า ระยะเวลาที่อยู่ในท้องถิ่นไม่มีความสัมพันธ์ต่อการป่วยด้วยโรคมาลาเรีย

3. ฤดูกาล ฤดูแล้งและฤดูที่มีฝนตกในระยะเวลาสั้นๆ มีอัตราในการติดเชื้อและความรุนแรงสูงกว่าในฤดูที่มีฝนตกเป็นเวลานาน ส่วนการศึกษาใน Guinea Bissau พบว่าการติดเชื้อมาลาเรียในเด็กจะมีอาการไข้ หรือไม่มีไข้ที่มีการติดเชื้อตลอดปี จะรุนแรงในช่วงฤดูฝน

การศึกษาการกระจายของโรคมาลาเรียในประเทศศรีลังกา พิจารณาการกระจายตามความสัมพันธ์ของปริมาณฝนและโซนภูมิอากาศ วิธีการศึกษาโดยการนำเสนออัตราผู้ป่วยออกมาเป็นแผนที่โรค จัดกลุ่มอัตราป่วยออกเป็น 3 กลุ่ม คือต่ำกว่าร้อยละ 15 ร้อยละ 15-35 และมากกว่าร้อยละ 35 ซึ่งมีความสัมพันธ์กับความแตกต่างของภูมิอากาศในการแพร่พันธุ์ของยุง บริเวณที่มีการแพร่กระจายของผู้ป่วยสูงปรากฏในเขตภูมิภาคแห้ง และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 50-75 นิ้ว ส่วนบริเวณที่มีการกระจายของผู้ป่วยน้อยปรากฏในเขตภูมิภาคอากาศชื้นและปริมาณน้ำฝนรายปี ตั้งแต่ 100 นิ้วขึ้นไป ทั้งนี้ยังมีการศึกษาการแพร่ระบาดของโรคที่สัมพันธ์กับประเภทการใช้ที่ดินในพื้นที่ ผลการศึกษาพบว่า การระบาดของโรคมาลาเรียเกิดจากความแตกต่างของภูมิอากาศในด้านการเพาะพันธุ์ของยุงพาหะ คือ *Anopheles culicifacies* ที่ต้องการแหล่งน้ำ เช่น บ่อน้ำ น้ำชลประทาน และน้ำขุ่น เพื่อให้เป็นแหล่งในการสร้างไข่และพัฒนาตัวอ่อน การไหลของน้ำในโซนภูมิอากาศชื้น โดยปกติจะไหลอย่างต่อเนื่องและมีความเร็วเพียงพอสำหรับใช้ในการทำให้ตัวอ่อนเติบโต อย่างไรก็ตามเมื่อช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้หมดลงเกิดการสะสมของน้ำนิ่งอยู่ในบ่อน้ำนำไปสู่การเพิ่มจำนวนของยุงพาหะและการแพร่เชื้อมาลาเรีย ดังนั้นสภาวะนี้ทำให้เกิดอัตราการตายสูง

Meade (1977) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพและการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความเสี่ยงต่อโรคติดต่อในประเทศมาเลเซีย ซึ่งขณะนั้นรัฐบาลมีนโยบายในการส่งเสริมการตั้งถิ่นฐานใหม่ในพื้นที่ป่าเพื่อเป็นกลยุทธ์ในการพัฒนาทรัพยากรของประเทศและลดความกดดันเรื่องที่ดินทำกินของประชากร โครงการพัฒนาที่ดินในมาเลเซียทำให้เกิดการโยกย้ายถิ่นฐานของประชากรนับแสนคน มีการตัดป่าไม้เพื่อใช้พื้นที่ปลูกยางและปาล์มน้ำมัน ประชากรจำนวนมากมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมระดับจุลภาคโดยมากจะเป็นบ้าน ที่ทำงาน ที่อาจมีการออกมาเผชิญกับปัจจัยเสี่ยงและการสัมผัสกับสิ่งแวดล้อม ทำให้เกิดการติดเชื้อชนิดต่างๆ พื้นที่ศึกษามีพื้นที่ว่างอยู่มากและปกคลุมด้วยหญ้า ทำให้เกิดความเสี่ยงในการติดเชื้อโรคจากพาหะนำโรค ผลจากรูปแบบการตั้งถิ่นฐานเมื่อประชาชนมีการเดินทางต้องผ่านลำห้วย และทุ่งหญ้า ต้องสัมผัสกับปรสิต ต่างๆ มากมายโดยเฉพาะพื้นที่ใกล้แหล่งน้ำ นอกจากนี้ยังเป็นที่อยู่ของยุงก้นปล่องที่เป็นพาหะนำโรคมาลาเรียอีกด้วย

2.3 แนวทางการควบคุมโรคมาลาเรีย

องค์การสากลนานาชาติต่างๆ เช่น WHO UNICEF และ UNDP ได้มีการกำหนดยุทธศาสตร์เพื่อการควบคุมโรคมาลาเรียอย่างยั่งยืน (core technical strategies for the sustainable control of malaria) โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ข้อได้แก่

1. ให้ประชาชนทุกท้องที่มียารักษาโรคมาลาเรียที่มีประสิทธิภาพ
2. เพิ่มการใช้มุ้งชุบสารเคมี และมีการควบคุมพาหะตามวิถีท้องถิ่น
3. เฝ้าระวังและเข้าควบคุมการระบาดอย่างรวดเร็ว
4. ป้องกันและรักษาโรคมาลาเรียในหญิงมีครรภ์ในท้องที่แหล่งระบาดของโรคมาลาเรีย

การบำบัดรักษาโรคมาลาเรียกับการควบคุมโรค

ยุคมิชชันนารีเข้ามาในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2404 และมีบทบาทสำคัญในการรักษาโรคมาลาเรียเรื่อยมาจนปัจจุบัน ต่อมาได้มีการพัฒนานำยาใหม่มาใช้ทดแทน ได้แก่ ยาคลอโรควิน ยาผสมซัลฟาดอกซินร่วมกับยาไพริเมธามิน หรือแฟนซิดา จนมาถึงยุคของยาเมโฟลควินและอาร์ติซูเนต โดยสาเหตุหลักที่มีการเปลี่ยนแปลงขนานยาคือ การดื้อต่อยารักษาของเชื้อมาลาเรียชนิด *Plasmodium falciparum* แม้ว่าประเทศไทยถือเป็นประเทศแรกๆ ที่มักจะประสบปัญหาเชื้อดื้อยาในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และของโลก แต่ประเทศไทยได้รับการยอมรับว่ามีการจัดการต่อปัญหาการดื้อยามีการบริหารจัดการในรูปนโยบายยาระดับชาติที่ดีจนเป็นตัวอย่างให้กับหลายประเทศที่เริ่มประสบปัญหานี้

การวินิจฉัยที่รวดเร็วและการรักษาให้หายขาดที่ถูกต้องโดยทันทีจะช่วยตัดวงจร ลดโอกาสการแพร่ของเชื้อมาลาเรียจึงถือเป็นการควบคุมโรควิธีหนึ่ง นอกจากการพัฒนาใช้ยาที่มีประสิทธิภาพแล้ว ประเทศไทยยังได้พัฒนาขีดความสามารถในการวินิจฉัยให้ถูกต้อง รวดเร็ว และเข้าถึงประชาชนนำไปสู่การใช้ยุทธศาสตร์ของการจัดตั้งมาลาเรียคลินิกเพิ่มขึ้นจำนวนมากในพื้นที่มีปัญหาการระบาดของมาลาเรียมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2526 ส่งผลให้จำนวนผู้ป่วยลดลงอย่างต่อเนื่องชัดเจน และมีผลให้ผู้ป่วยเสียชีวิตจากโรคมาลาเรียลดลงอย่างมาก ในปัจจุบันหลายพื้นที่ได้เริ่มการนำชุดตรวจมาลาเรียชนิดเร่งด่วน (rapid diagnostic tests) ซึ่งเป็นเทคนิคใหม่แต่ไม่ยุ่งยากมาใช้และมีแนวโน้มที่จะนำไปประยุกต์ใช้เพิ่มขึ้น

อย่างไรก็ดีแม้ปัญหาโรคมาลาเรียในประเทศไทยจะลดลง แต่ปัญหาเชื้อดื้อยาได้เกิดขึ้นเป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่อง ทำให้ต้องมีการจัดทำนโยบายยาและการรักษาโรคมาลาเรียที่คำนึงถึงการรักษาที่มีประสิทธิภาพ และลดโอกาสการดื้อยา จึงทำให้มีการยกเลิกการใช้ยาแบบหมู่ (mass drug administration) และการรักษาขั้นต้นก่อนทราบผลตรวจวินิจฉัย ส่วนการวินิจฉัยว่าติดเชื้อมาลาเรียหรือไม่ ต้องมีผลยืนยันทางห้องปฏิบัติการเท่านั้น ได้แก่ การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์หรือชุดตรวจแบบเร่งด่วน ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ยาที่ไม่จำเป็นจากการวินิจฉัยแบบอาศัยอาการทางคลินิก แต่ได้มีการทดแทนด้วยการขยายเครือข่ายการตรวจวินิจฉัย และรักษาให้เข้าถึงเกือบทุกพื้นที่แม้ในที่ห่างไกล

ยุงพาหะกับการควบคุมโรคมาลาเรีย

ยุงพาหะของเชื้อมาลาเรียนับเป็นปัจจัยสำคัญต่อการแพร่ระบาดของโรค ตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2475 – 2478 ที่ได้มีการพบว่ายุงก้นปล่องมินิมัสเป็นพาหะสำคัญของเชื้อมาลาเรียในประเทศไทย ได้มีการนำมาตรการควบคุมยุงพาหะมาใช้ โดยเริ่มมีการพ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้างด้วยดีดีทีในพื้นที่ที่มีการระบาดมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2493 และได้ผลดีมาตลอด แต่ปัจจุบันเนื่องจากปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อม ทำให้ได้มีการยกเลิกการใช้ DDT ในการควบคุมยุงพาหะมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 และเปลี่ยนมาเป็นสารเคมีสังเคราะห์กลุ่มไพริทรอยด์ซึ่งปลอดภัยกว่า แต่ยังคงมีการพ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้างตามฝาผนังอยู่ นอกจากนี้ยังได้มีการใช้มุ้งชุบสารเคมีไพริทรอยด์ เพื่อควบคุมโรคในหลายพื้นที่อย่างได้ผล ซึ่งวิธีการหลังนี้ในหลายประเทศได้มีการใช้เป็นมาตรการหลักเพื่อควบคุมยุงพาหะและได้ผลดี มีความยุ่งยากน้อยกว่า ทำให้ประเทศไทยมีแนวโน้มลดการพ่นสารเคมีชนิดมีฤทธิ์ตกค้างและใช้มุ้งชุบสารเคมีมาทดแทนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในอนาคต

นอกจากมาตรการหลักต่อยุงพาหะทั้ง 2 ข้างต้นแล้ว ยังมีมาตรการอื่นที่ใช้กัน เช่น การพ่นหมอกควัน ซึ่งนับว่าเป็นมาตรการเฉพาะหน้าที่ให้ผลไม่ยั่งยืน ไม่เกิน 7 วันและสิ้นแปลือง จึงมีการใช้น้อยเท่าที่จำเป็นเท่านั้น ส่วนมาตรการต่อลูกน้ำยุงพาหะ ได้แก่ มาตรการทางชีววิธี เช่น ใช้ปลาหางนกยูง ปลาแกมบูเชีย หรือปลาหัวตะกั่ว (เฉพาะภาคใต้) เพื่อให้กินลูกน้ำ การใช้แบคทีเรียฆ่าลูกน้ำหรือใช้ฮอร์โมนยับยั้งการเจริญเติบโตนั้น หลายการศึกษาพบว่าให้ผลได้ไม่แน่นอนเนื่องจากแหล่งเพาะพันธุ์ยุงพาหะมักอยู่ในธรรมชาติและควบคุมได้ยาก หรือมาตรการสารเคมีฆ่าลูกน้ำซึ่งเคยมีการศึกษาและใช้ในอดีตระยะหนึ่ง ปัจจุบันได้เลิกใช้ไปแล้วเนื่องจากผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และให้ผลควบคุมไม่ยั่งยืน มาตรการเหล่านี้ถือได้ว่าเป็นมาตรการเสริมเพื่อใช้ร่วมกับมาตรการหลักเพื่อช่วยให้การควบคุมโรคได้ผลยิ่งขึ้นเท่านั้น

หัวใจของการควบคุมโรคมาลาเรีย

การดำเนินการควบคุมโรคมาลาเรียมีเป้าหมายในการลดหรือป้องกันไม่ให้เกิดการเสียชีวิตจากโรคนี้ ลดอัตราป่วยและผลกระทบต่อเนื่อง เช่น ความสูญเสียทางเศรษฐกิจ และในที่สุดต้องป้องกันไม่ให้พื้นที่ปลอดโรคมาลาเรียกลับมาเป็นปัญหาอีก

ในการวางแผนควบคุมนั้นต้องระลึกเสมอว่าการแพร่ระบาดของโรคมาลาเรียนั้นประกอบด้วยปัจจัยพื้นฐาน 3 อย่าง ได้แก่ เชื้อมาลาเรีย ยุงพาหะ และคน การควบคุมให้ได้ผลต้องมีมาตรการต่อปัจจัยทั้ง 3 และมักจะต้องดำเนินการร่วมกันไม่ใช้เฉพาะเพียงมาตรการใดมาตรการหนึ่ง สำหรับแผนโครงการควบคุมโรคมาลาเรียในประเทศไทยได้มีการจัดแบ่งท้องที่ที่การ

ปฏิบัติงานตามลักษณะการแพร่เชื้อมาลาเรียเพื่อให้เกิดแผนปฏิบัติงานที่เป็นระบบ มีเหตุผล และตรวจสอบได้

มาตรการต่อเชื้อมาลาเรีย

แม้ว่าการรักษาผู้ป่วยมาลาเรียจะมีเป้าหมายเพื่อลดการเจ็บป่วย หรือป้องกันไม่ให้เกิดการเสียชีวิตในแต่ละราย แต่เชื้อมาลาเรียระยะมีเพศในกระแสเลือดเป็นตัวการสำคัญในการแพร่จากผู้ป่วยผ่านยุงพาหะไปสู่บุคคลอื่นได้ ดังนั้นการรักษาผู้ป่วยให้มีผลหายขาดและทำลายเชื้อระยะมีเพศจึงเป็นประเด็นสำคัญต่อความสำเร็จของการควบคุมโรค หัวใจของมาตรการนี้คือการให้การรักษาหายขาดโดยรวดเร็วทันที

มาตรการนี้จึงประกอบด้วย

1. การค้นหาผู้ป่วยทั้งทางตรง (active case detection) และทางอ้อม (passive case detection) เพื่อให้การวินิจฉัย

2. การให้ยารักษาขั้นหายขาด (curative treatment)

3. การติดตามผู้ป่วย (follow – up) จนมีผลหายขาด

นอกจากนี้เพื่อให้เกิดผลการควบคุมโรคในชุมชน ควรมีการสอบประวัติผู้ป่วยเพื่อให้ได้ข้อมูล แหล่งแพร่เชื้อนำไปใช้ขยายผลควบคุมโรคต่อไป โดยต้องอาศัยความร่วมมือที่ดีระหว่างหน่วยงานรักษาและหน่วยงานควบคุมเป็นปัจจัยสำคัญ

มาตรการควบคุมยุงพาหะ

งานควบคุมยุงพาหะ เป็นมาตรการสำคัญที่สามารถทำให้การแพร่ระบาดของโรคมาลาเรียยุติลงได้ โดยมุ่งเป้าไปที่ยุงตัวเต็มวัยและลูกน้ำยุง ทั้งนี้โดยอาศัยผลการศึกษาทางด้านกีฏวิทยาเพื่อให้ทราบชีวนิสัยของยุงพาหะ เช่น ยุงก้นปล่องสามารถบินหากินไกลถึง 2 กิโลเมตร มักเกาะพักในบ้านตามฝาผนังสูงไม่เกิน 2 เมตร บางชนิดชอบกัดคนมากกว่าสัตว์ เป็นต้น ทำให้เกิดความเข้าใจอันจะนำไปสู่การกำหนดกลวิธีที่เหมาะสมถูกต้อง

มาตรการที่ใช้มี 2 ประการคือ

1. มาตรการต่อยุงตัวเต็มวัย ได้แก่ การพ่นเคมีมีฤทธิ์ตกค้าง การพ่นหมอกควัน การใช้มุ้งชุบสารเคมี เป็นต้น

2. มาตรการต่อลูกน้ำยุง ได้แก่ การควบคุมโดยใช้ชีววิธี เช่น ใช้ปลากินลูกน้ำ ใช้แบคทีเรียหรือปรับปรุงสภาพแวดล้อมไม่ให้มีแหล่งเพาะพันธุ์ยุงพาหะ เป็นต้น

มาตรการต่อคน

แม้การค้นหาผู้ป่วยจะทำอย่างเข้มข้น และมีการควบคุมยุงพาหะอย่างจริงจังแต่จะไม่เกิดความยั่งยืนในการควบคุม ถ้าชุมชนไม่มีการป้องกันตนเองหรือยังมีพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อการ

รับเชื้อ มาตรการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อกระตุ้นให้ประชาชนรับรู้ เรียนรู้ ป้องกันตัวเองจากโรคมาลาเรีย และมีส่วนร่วมในการควบคุมในชุมชนนั้นๆ ตลอดจนปรับเปลี่ยนพฤติกรรมให้ห่างไกลจากความเสี่ยงต่อการรับเชื้อมาลาเรียที่สุด

กิจกรรมส่วนใหญ่เป็นเรื่องของการประชาสัมพันธ์และให้สุขศึกษา โดยผ่านทางสื่อรูปแบบต่างๆ เช่น สื่อมวลชนในท้องถิ่น หอกระจายข่าว เอกสารสิ่งพิมพ์ โปสเตอร์ หรือแม้กระทั่งการให้สุขศึกษาไม่ว่าจะในโรงเรียน ในที่ประชุมหมู่บ้าน ในสถานบริการสาธารณสุข รวมทั้งตามแหล่งท่องเที่ยว ความคาดหวังคือให้มีความเข้าใจถึงอันตรายจากโรคมาลาเรีย รู้วิธีป้องกันหลีกเลี่ยง จนถึงมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมสุขภาพให้ปลอดจากโรค เช่น การนอนในมุ้งจนเป็นนิสัย ทั้งชาวบ้านและนักท่องเที่ยว การป้องกันตนเองจากยุงกัดด้วยยาทากันยุง ยาจุดกันยุง เป็นต้น ปัจจุบันได้มีการหันมาให้ความสนใจกับมาตรการด้านนี้มากขึ้น โดยใช้กระบวนการทางสังคม และอาศัยความร่วมมือจากภาคประชาชนเป็นแรงขับเคลื่อน เป็นมาตรการที่ใช้ได้ในทุกลักษณะท้องที่

ปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อการวางแผนควบคุมโรค

ปัญหาที่เป็นอุปสรรคได้แก่ การที่ยุงเปลี่ยนชีวนิสัย กัดคนนอกบ้านมากขึ้นทำให้การวางแผนควบคุมด้วยสารเคมีทำได้ยาก หรือการที่ความร่วมมือของประชาชนลดลงตามสถานการณ์โลกที่ลดน้อยลง โดยเฉพาะต่อกิจกรรมควบคุมยุงพาหะ หรือการที่ประชาชนมีพฤติกรรมที่เสี่ยงต่อโรคตามวิถีอาชีพที่เปลี่ยนไป เช่น ปลูกไร่กาแฟ การอพยพเคลื่อนย้ายของแรงงานต่างด้าวในบางฤดูกาล หรือแม้การปรับเปลี่ยนโครงสร้างของหน่วยงานราชการ เหล่านี้เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการควบคุมโรคในแต่ละพื้นที่ แต่ที่สำคัญคือต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนทั้งราชการส่วนกลาง ส่วนท้องถิ่น และประชาชนในพื้นที่ การเลือกใช้กิจกรรมใดให้เหมาะสมกับพื้นที่จึงเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ ต้องมีการวางแผนและสามารถปรับเปลี่ยนกิจกรรมโดยคำนึงถึงปัจจัยดังกล่าวด้วย

2.4 รีโมทเซ็นซิ่ง และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

รีโมทเซ็นซิ่ง (Remote Sensing : RS)

การสำรวจระยะไกลหรือรีโมทเซ็นซิ่ง (RS) หมายถึงการได้มาซึ่งข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุ พื้นที่ หรือปรากฏการณ์จากเครื่องมือบันทึกข้อมูลโดยปราศจากการเข้าไปสัมผัสวัตถุเป้าหมาย ทั้งนี้อาศัยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นสื่อในการได้มาของข้อมูลใน 3 ลักษณะ คือ 1. คลื่นรังสี (Spectral) 2. รูปทรงสัณฐานของวัตถุบนพื้นผิวโลก (Spatial) และ 3.การเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา (Temporal)

หลักการของรีโมทเซ็นซิ่ง

องค์ประกอบที่สำคัญของการสำรวจจากระยะไกลได้แก่ คลื่นแสงที่เป็นพลังงานแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เรียกว่า "Passive Remote Sensing" ส่วนระบบบันทึกที่มีแหล่งพลังงานที่สร้างขึ้นและส่งไปยังวัตถุเป้าหมาย เช่น ระบบเรดาร์เรียกว่า "Active Remote Sensing"

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System :GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการนำเข้า จัดเก็บ การจัดการ การวิเคราะห์และการแสดงผลข้อมูลในรูปแบบเชิงพื้นที่ ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ และสามารถเชื่อมโยงและผสมผสานข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยายที่เก็บไว้ฐานข้อมูล ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถช่วยสนับสนุนการตัดสินใจ การแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการวางแผน เพื่อให้ได้ข้อมูลข่าวสารที่มีประสิทธิภาพ

ประเภทข้อมูลในระบบ GIS

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่ตั้งของข้อมูลต่างๆ บนพื้นโลก ซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่สามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 รูปแบบ คือ

- จุด (Point) เช่น ที่ตั้งโรงพยาบาล, ที่ตั้งหมู่บ้านและที่ตั้งโรงเรียน เป็นต้น
- เส้น (Line) เช่น ถนน, แม่น้ำ และเส้นทางเดินเท้า
- พื้นที่ (Polygon) เช่น ขอบเขตการปกครอง, พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่อาศัย เป็นต้น

2. ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Data) เป็นข้อมูลเชิงคุณลักษณะหรือข้อมูลบรรยาย ซึ่งบอกรายละเอียดของคุณสมบัติพื้นที่นั้นๆ ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เช่น ข้อมูลจำนวนประชากร, ข้อมูลจำนวนผู้ป่วย และข้อมูลการใช้ที่ดิน เป็นต้น

การซ้อนทับข้อมูล (Overlay Function)

การซ้อนทับข้อมูล เป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญและเป็นพื้นฐานทั่วไปในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หลักการคือการนำข้อมูลที่มีอยู่เข้ามารวมกันจากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่หลากหลาย เพื่อใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา (Decision Making)

หลักการในการซ้อนทับข้อมูล

โดยทั่วไปในการซ้อนทับข้อมูลแผนที่จะอาศัยจุดคู่ควบ (x,y) และข้อมูลเชิงบรรยายจะถูกสร้างขึ้นใหม่ หลังจากที่เราทำการ overlay ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์การซ้อนทับข้อมูลอาจจะใช้กระบวนการทางเลขคณิต (arithmetic) (เช่น การบวก, ลบ, คูณ, หาร) หรือตรรกศาสตร์ logical (เช่น AND, OR, XOR, etc.)

รูปแบบของการซ้อนทับข้อมูล

รูปแบบของการซ้อนทับข้อมูล ได้แก่ การทำ Buffer, การตัดข้อมูล-Clip, การเชื่อมต่อแผนที่-Merge, การรวมข้อมูล-Dissolve, การขจัดข้อมูล-Eliminate, การลบข้อมูล-Erase, การซ้อนทับข้อมูลแบบ Identity, การซ้อนทับข้อมูลแบบ Intersect, การซ้อนทับข้อมูลแบบ Union, การหาระยะทางระหว่างข้อมูล 2 Theme-Near, การปรับปรุงข้อมูล-Update แนวระยะห่างด้วย Buffer - Buffers selected features เป็นการหาระยะทางให้ห่างจากรูปแบบภูมิศาสตร์ (Featues) ที่กำหนด โดยที่การจัดทำ Buffer เป็นการวิเคราะห์พื้นที่เพียง 1 Theme และเป็นการสร้างพื้นที่ล้อมรอบ Graphic Features (point, line and polygon) ของ 1 theme ที่ได้คัดเลือกไว้บางส่วน หากไม่ได้เลือกจะทำ buffer ทั้ง theme ผลที่ได้รับคือ theme ใหม่ ที่มีขนาดความกว้างของพื้นที่จากตำแหน่งที่เลือก เท่ากับขนาดของ Buffer ที่ได้กำหนดมีหน่วยเป็นเมตร

2.4 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Aruna Srivastava. et,. al. ได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาช่วยในการบริหารจัดการระบบฐานข้อมูลในการควบคุมมาลาเรีย ประเทศอินเดีย วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาแบบจำลองที่ช่วยในการวางแผนและการควบคุมมาลาเรีย การพัฒนาระบบสามมารถช่วยในการจำแนกพื้นที่ที่มีผู้ป่วยสูง และสามารถจำแนกพื้นที่เสี่ยงต่อโรคมาลาเรียได้เป็นอย่างดี

Eveline Klinkenberg. et,. al. ได้นำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาช่วยในการวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงต่อโรคมาลาเรียในพื้นที่ชลประทานประเทศศรีลังกา จากการศึกษาพบว่า โรคมาลาเรียมีความสัมพันธ์กับการใช้ที่ดินและแหล่งน้ำ และยังมีความสัมพันธ์กับเศรษฐกิจและสังคม ปัจจัยที่ทำให้เกิดโรคมาลาเรียสูงคือ 1) ปริมาณน้ำฝน 2) พื้นที่ป่าไม้ 3) การทำเกษตรกรรม 4) อ่างเก็บน้ำชลประทาน และ 5) สภาพเศรษฐกิจและสังคมที่ยากจน และที่สำคัญการปลูกข้าวในพื้นที่ชลประทานมีความเสี่ยงกว่าพื้นที่ไม่มีเขตชลประทานประกอบกับความแตกต่างของสภาพเศรษฐกิจและสังคมที่เป็นปัจจัยสัมพันธ์กับการพัฒนาเขตพื้นที่ชลประทาน แผนที่เสี่ยงต่อโรคมาลาเรียเป็นเครื่องมือที่สะดวกสำหรับการศึกษาพื้นที่ การสืบสวน และการควบคุมป้องกันมาลาเรียได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Carrin martin. et,.al. ได้พัฒนาโปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิจัยและการควบคุมโรคมาลาเรีย ในประเทศแอฟริกาใต้ เพื่อเป็นการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการควบคุมโรคมาลาเรียและการสำหรับการวิจัยของสภาการแพทย์ในประเทศแอฟริกาใต้ และเป็นการติดตามเฝ้าระวังในการควบคุมมาลาเรีย

อริศรา เจริญปัญญาเนตร ศึกษาการแพร่ระบาดและการวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงของโรคมาลาเรีย บริเวณชายแดนไทย-พม่า ในอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน พบว่า การกระจายของโรคมาลาเรียในอำเภอเมืองแม่ฮ่องสอน ช่วงปี พ.ศ. 2540 – 2544 ตำบลที่มีการกระจายทางพื้นที่ของโรคมาลาเรียสูงที่สุดคือตำบลปางหมู เพราะเป็นตำบลที่มีการเคลื่อนย้าย เข้า-ออกอยู่เป็นประจำ และมีสถิติการติดเชื้อมาลาเรียสูงที่สุด และศึกษาพบว่าพื้นที่เสี่ยงต่อการแพร่ระบาดของโรคมาลาเรีย จากการเปรียบเทียบพื้นที่เสี่ยงตามปัจจัยทางกายภาพ โดยใช้ปัจจัยพื้นที่ป่า ระดับความสูง และแหล่งน้ำ และพื้นที่เสี่ยงตามปัจจัยทางกายภาพ เศรษฐกิจและสังคม ใช้ปัจจัยทางด้านพื้นที่ป่าไม้ ระดับความสูง แหล่งน้ำ สวนผลไม้ ทุ่งนา เส้นทางเดินเท้า ที่ตั้งของหมู่บ้าน สถานบริการทางการแพทย์ ศูนย์พักพิงผู้ลี้ภัยจากการสู้รบ และช่องทางการลับลอบเข้าเมือง พบว่าพื้นที่เสี่ยงทั้ง 2 ลักษณะ มีบางส่วนที่สอดคล้องกัน โดยมีการเปลี่ยนแปลง 5 รูปแบบ คือ พื้นที่เสี่ยงระดับต่ำเป็นระดับปานกลาง พื้นที่เสี่ยงระดับปานกลางเป็นระดับต่ำ พื้นที่ระดับปานกลางเป็นระดับสูง พื้นที่ระดับสูงเป็นระดับต่ำ และพื้นที่ระดับสูงเป็นระดับปานกลาง โดยการเปลี่ยนแปลงระดับต่ำเป็นระดับที่สูงขึ้น เนื่องจากปัจจัยเส้นทางการเคลื่อนย้ายของประชากร ที่ตั้งของหมู่บ้านที่มีผู้ติดเชื้อมาลาเรียสูง และศูนย์พักพิงผู้ลี้ภัยจากการสู้รบ ส่วนการเปลี่ยนแปลงจากระดับสูงเป็นระดับที่ต่ำลงนั้น เพราะอิทธิพลของปัจจัยแหล่งน้ำ และระดับความสูงของพื้นที่ 400 – 600 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง