

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

2.1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ	อำเภอเมือง
ทิศใต้	อำเภอสุโขทัย
ทิศตะวันออก	อำเภอสุโขทัย
ทิศตะวันตก	อำเภอตากใบ

พรุโตะแดง ตั้งอยู่ทางตอนใต้ของจังหวัดนราธิวาส มีเนื้อที่ประมาณ 190,000 ไร่ มีอาณาบริเวณตั้งแต่ตอนเหนือของอำเภอตากใบจนถึงตอนใต้สุดของอำเภอสุโขทัย ตั้งอยู่ระหว่างละติจูด $6^{\circ}5' - 6^{\circ}20'$ เหนือ และลองจิจูด $101^{\circ}50' - 102^{\circ} 5'$ ตะวันออก พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าพรุ มีระดับความสูงอยู่ระหว่าง 0.5 - 7.0 เมตร เนื้อที่ระดับน้ำทะเลปานกลาง มีความลาดเทของพื้นที่อยู่ในแนวใต้ - เหนือ และตะวันตก - ตะวันออก จากการแบ่งเขตการใช้ที่ดินจังหวัดนราธิวาส พรุโตะแดงได้ถูกแบ่งเขตการใช้ที่ดินออกเป็นเขตพัฒนา เขตอนุรักษ์ เขตสงวน (Sanyu Consultants Inc, 1993 : 48)

เขตสงวน เป็นบริเวณใจกลางพรุโตะแดง ซึ่งมีสภาพพืชพันธุ์ดั้งเดิมคงสภาพอยู่พอสมควร เนื่องจากเป็นพื้นที่ ที่มีน้ำขังอยู่ตลอดปี ทำให้ไม่สะดวกที่จะเข้าไปใช้ประโยชน์ อีกทั้งปัจจุบันกรมป่าไม้ได้ประกาศเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า โดยมีเจ้าหน้าที่ดูแลประจำ และได้จัดตั้งศูนย์วิจัยดูแลธรรมชาติป่าพรุสิรินธรขึ้น

เขตอนุรักษ์ เป็นป่าพรุที่เปลี่ยนสภาพไปแล้วมีพื้นที่กว้างใหญ่กว่าเขตใด ๆ ในพื้นที่พรุโตะแดง เขตนี้มีลักษณะของสังคมป่าพรุ และสภาพแตกต่างกันออกไป จำแนกได้ 3 บริเวณคือ

บริเวณที่มีพืชพันธุ์ธรรมชาติได้ถูกทำลายเป็นส่วนใหญ่ แต่ยังคงมีศักยภาพในการพัฒนา และปรับปรุงให้มีการทดแทนเป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติได้

บริเวณหมดสภาพป่าแล้ว มีพืชพันธุ์จำพวกหญ้า กระจูดปรากฏอยู่ ส่วนใหญ่จะอยู่ในพื้นที่ขอบนอกของเขตสงวน

บริเวณที่เป็นป่าเสม็ด เกิดขึ้นจากการทดแทนสังคมพืชเดิมที่ถูกทำลายไป ไม่เสม็ดเป็นสังคมพืชชนิดเดียว ลักษณะสังคมพืชพันธุ์นี้เป็นสังคมพรุที่เสื่อมคุณภาพ

เขตพัฒนา เป็นบริเวณที่ถูกบุกรุกพื้นที่ป่า และมีการพัฒนาพื้นที่ไปแล้ว ส่วนใหญ่เพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัย และการเกษตร รวมทั้งโครงการพัฒนาต่าง ๆ ของหน่วยราชการ (บริษัททิม คอนซัลแตนท์ เอนจิเนียร์ , 2533 : 63)

ลักษณะภูมิอากาศ พื้นที่พรุโต๊ะแดงตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ ที่ได้รับอิทธิพลจาก ทั้งลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จึงมีฝนตกชุกเกือบตลอดปี มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 2,690 มิลลิเมตร/ปี มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 80% และอัตราการระเหยโดยทั่วไปมากกว่า 100 มิลลิเมตร/เดือน (บริษัททิม คอนซัลแตนท์ เอนจิเนียร์ , 2533 : 63)

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโรคเท้าช้าง

โรคเท้าช้างคือ โรคติดต่อชนิดหนึ่ง ซึ่งมียุงบางชนิดเป็นพาหะเกิดจากพยาธิตัวกลมใน super family Filarioidea มีอาการที่สำคัญคือ มีการอักเสบของต่อมและทางเดินน้ำเหลืองบวมโต และกลายเป็นภาวะเท้าช้าง (Elephantiasis) ในที่สุด (กองโรคเท้าช้าง, 2538 : 1)

2.2.1 พาราสิตวิทยาของโรคเท้าช้าง

Filariasis เป็นโรคที่เกิดจากพยาธิตัวกลม round worm ที่จำแนกตามอนุกรมวิธานได้ดังนี้

Phylum	: Nematelminthes
Class	: Nematoda
Order	: Spirurida
Superfamily	: Filarioidea
Family	: Onchoceilon mathinae
Sub Family	: Acanthocheilone mathinae
Genus And Species	: Wuchereria bancrofti
	Brugia malayi
	Brugia timori
	Loa loa
	Onchocerca volvulus
	Mansonella perstans
	Mansonella ozzardi
	Dirofilaria spp.

Mansonella streptocerca

สำหรับในประเทศไทยพบเพียง 2 species คือ *Brugia malayi* และ *Wuchereria bancrofti*

2.2.2 การกระจายของโรคและเขตปรากฏโรค

คณะผู้เชี่ยวชาญโรคเท้าช้างขององค์การอนามัยโลก ในปี พ.ศ. 2535 ประมาณว่า ประชากร 3,287 ล้านคน อาศัยอยู่ในประเทศซึ่งโรคเท้าช้างกำลังระบาดอยู่ อีก 751 ล้านคน อาศัยอยู่ในเขต หรือในบริเวณที่มีการติดต่อของโรค และในจำนวนนั้น 728 ล้านคน ติดเชื้อพยาธิ *W. bancrofti* และ 5.8 ล้านคนที่เหลือได้รับเชื้อ *B. malayi* และ *B. timori* (WHO, 1991 : 2) Filariasis bancrofti พบได้มากในเขตร้อนและเขตเขตร้อน (subtropics) ได้แก่ อินเดีย พม่า มาเลเซีย จีนตอนใต้ ญี่ปุ่น เกาหลี หมู่เกาะแปซิฟิก แอฟริกา ส่วนกลางและตะวันออก สเปน อเมริกาใต้ และหมู่เกาะอินเดียตะวันตก สำหรับ Filariasis brugia มีอยู่ทั่วไปในทวีปเอเชีย พบในอินโดนีเซีย มาเลเซีย เวียดนาม เขมร ลาว จีนตอนใต้ ญี่ปุ่น ศรีลังกา อินเดียตอนใต้ ฟิลิปปินส์ และในบางจังหวัดทางภาคใต้ของประเทศไทย (นงเยาว์ สว่างเจริญ, 2532 : 189 -193)

2.2.3 เชื้อฟิลาเรียในคน

คนเป็นโฮสต์ที่ยอมให้ตัวแก่ของฟิลาเรียอาศัยอยู่ ฟิลาเรียที่สำคัญที่พบในคนมีทั้งหมด 6 ชนิด คือ *Brugia malayi*, *Wuchereria bancrofti*, *Onchocerca volvulus*, *Loa loa*, *Mansonella ozzardi*, *Dipetalonema perstans* แต่ที่พบในประเทศไทยมีเพียง *B. malayi* ซึ่งพบแถบจังหวัดทางภาคใต้ ตั้งแต่ชุมพรไปจนถึงจังหวัดนครราชสีมา ส่วน *W. bancrofti* พบได้จากจังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเข้าใจว่าติดต่อมาจากประเทศพม่า เชื้อฟิลาเรีย นอกจากจะพบในคนแล้ว ยังมีสัตว์บางชนิด ที่เป็นโฮสต์ เช่น ลิง ชะนี ค่าง สุนัข และแมว เมื่อขูดไปกัดกินเลือดคนที่มีฟิลาเรีย ก็จะได้รับ ฟิลาเรียนี้ไปให้แก่โฮสต์ตัวต่อไป ที่มันไปกัด (บุญเยี่ยม เกียรติวาท , 2527 : 164)

2.2.4 พาหะนำโรคเท้าช้าง

ยุงพาหะนำโรคเท้าช้างในประเทศไทยแบ่งแยกได้ตามชนิดของเชื้อพยาธิดังนี้(กองโรคเท้าช้าง, 2538 : 5)

2.2.4.1 ยุงพาหะที่นำเชื้อพยาธิ *B. malayi* ได้แก่ ยุงสกุลแมนโซเนีย *Mansonia sp.* (ยุงเสือ) และยังพบว่ายุงสกุล *Anopheles sp.* บางตัว และ *Coquinlettidia sp.* สามารถนำโรคได้

2.2.4.2 ยุงพาหะที่นำเชื้อพยาธิ *W. bancrofti* ได้แก่ ยุงลาย (*Aedes sp.*) และยุงรำคาญ (*Culex sp.*) บางชนิด

2.2.5 ยุงแมนโซเนีย (Mansonia)

พาหะนำ *Brugia malayi* ทางภาคใต้ ยุงแมนโซเนีย หรือที่เรียกว่ายุงเสียด้อยอยู่ในหมวดหมู่ดังต่อไปนี้ (กองโรคเท้าช้าง , 2538 : 8)

Phylum	Arthropoda
Class	Hexapoda (หรือ Insecta)
Order	Diptera
Family	Culicidae ใน family นี้มี 4 genus คือ <i>Anopheles</i> <i>Culex</i> <i>Aedes</i> และ <i>Mansonia</i>

2.2.5.1 วงจรชีวิตของยุงแมนโซเนีย (Life cycle)

ยุงแมนโซเนียมีการเจริญเติบโตแบบสมบูรณ์ (complete metamorphosis) คือ เริ่มจากไข่ (egg) ลูกน้ำ (larvae) ดักแด้ (pupa) ตัวเต็มวัย (adult) ซึ่งแต่ละขั้นตอนของการเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงโดยการลอกคราบ และมีรูปร่างลักษณะต่างกันสิ้นเชิง ระยะเวลาการเจริญเติบโตจากไข่จนถึงตัวเต็มวัยใช้ระยะเวลาประมาณ 25-40 วัน ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความชื้น ระยะเวลาที่เป็นตัวเต็มวัยดำรงชีวิตอยู่บนบก ส่วนระยะอื่น ๆ อยู่ในน้ำ

2.2.5.2 แหล่งเพาะพันธุ์ (Breeding place)

ยุงเสียด้อย จะเพาะพันธุ์ตามหนองน้ำ ทุ่งนา บ่อ บึงที่มีพืชน้ำหนาแน่น เช่น จอก แหน ผักตบชวา แหล่งเพาะพันธุ์ของยุงเสียด้อยมี 3 แบบคือ พรุเปิด (open swamp) ชายป่า (forest verge) และป่าพรุ (swamp forest) โดยยุงตัวเมียจะวางไข่เป็นกลุ่มเรียงตัวเหมือนดอกไม้ อยู่ใต้ใบของพืชน้ำ เมื่อลอกคราบเป็นตัวโม่แล้วก็จะใช้ท่อหายใจแทงรากของพืชน้ำ เพื่อหายใจจนกระทั่งกลายเป็นตัวโม่ (ณัฐ มาลัยนวล, 2540 : 178 -203)

2.2.5.3 การดำรงชีวิตของตัวเต็มวัย

ยุงตัวเมียเมื่อพ้นสภาพสุดท้ายของชีวิตในน้ำหรือดักแด้ เข้าสู่ตัวเต็มวัย มีขามีปีกโดยสมบูรณ์ ก็จะบินออกจากแหล่งน้ำเกาะพักก่อนที่จะไปหาอาหาร หรือบางตัวอาจบินไปยังแหล่งที่มีเหยื่อเพื่อกินเลือด ส่วนใหญ่ยุงเหล่านี้จะได้รับการผสมพันธุ์จากยุงตัวผู้บริเวณใกล้เคียงกับแหล่งน้ำที่เคยอาศัยตอนระยะที่เป็นลูกน้ำ

ยุงตัวเมียต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างเป็นแรงกระตุ้นในการหาแหล่งอาหาร เช่นครั้งแรกอาจได้กลิ่น และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเหยื่อก่อน จากนั้นก็บินตามกลิ่นไปจนถึงบริเวณใกล้ๆ กับเหยื่อ ก็จะได้รับสิ่งกระตุ้นอื่นร่วม เช่น ภาพหรือความร้อนจึงเข้ากัด

ยุงแมนโซเนียทุกชนิดชอบออกหากินนอกบ้านมากกว่าในบ้าน ยุงแมนโซเนียออกหากินช่วงเวลาดวงอาทิตย์ลับฟ้ามากที่สุดครั้งหนึ่ง และรองลงมาคือดวงอาทิตย์ขึ้นอีกครั้งหนึ่ง แต่กลางวัน บริเวณที่มีความชื้นสูงหรือมีร่มเงายุงเหล่านี้ออกหากินได้เช่นกัน (กองโรคเท้าช้าง, 2538 : 45)

2.2.6 วงจรชีวิต (Life Cycle)

วงจรชีวิตของพยาธิ ชนิด *B.malayi* แบ่งเป็น 2 ระยะคือ ระยะในยุงและระยะในคน (กองโรคเท้าช้าง, 2538 : 2)

2.2.6.1 ระยะที่ 1 ระยะในยุง

เริ่มจากยุงพาหะไปกัดคนที่มีเชื้อพยาธิไมโครฟิลาเรีย (microfilaria) และคัดเลือกที่มี microfilaria เข้าสู่ตัวยุง microfilaria จะผ่านเข้าสู่กระเพาะยุง และสลัดปลอกหุ้มลำตัว (sheath) แล้วไซทอลูกกระเพาะของยุงเคลื่อนตัวไปสู่กล้ามเนื้อบริเวณส่วนอก มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างให้อ้วนสั้นคล้ายไส้กรอก (sausage shape) โดยส่วนปลายด้านหนึ่งมีหางเรียวยื่นออกมาเรียกระยะนี้ว่า ตัวอ่อนระยะที่ 1 (L1) ระยะ L1 นี้ไม่มีการเคลื่อนไหว หลังจากนั้น L1 จะลอกคราบเปลี่ยนเป็นตัวอ่อนระยะที่ 2 (L2) หรือตัวอ่อนระยะก่อนติดต่อก่อน (preinfective larvae) ซึ่งมีรูปร่างที่ยาวขึ้น มีหางสั้นและจะพบตุ่ม (papillae) ยื่นออกมาบริเวณปลายหาง 1-2 อัน ระยะ L2 นี้จะมีการเคลื่อนไหวเล็กน้อย หลังจากนั้นจะลอกคราบเปลี่ยนเป็นตัวอ่อนระยะที่ 3 (L3) หรือตัวอ่อนระยะติดต่อก่อน (infective larva) ซึ่งมีรูปร่างยาวขึ้น มีการเคลื่อนไหวตลอดเวลาและจะเคลื่อนไปสู่ปากยุง ซึ่ง *B. malayi* ใช้เวลาเปลี่ยนรูปร่างจาก microfilaria จนเป็นตัวอ่อนระยะที่ 3 ใช้เวลา 7-14 วัน

2.2.6.2 ระยะที่ 2 ระยะในคน

เมื่อยุงที่มีตัวอ่อนระยะที่ 3 มากัดคน ตัวอ่อนระยะที่ 3 จะออกมาจากส่วนปาก (proboscis) ของยุง และตกอยู่บริเวณผิวหนังของคนที่ถูกกัด ตัวอ่อนระยะที่ 3 จะรีบเคลื่อนย้ายมาที่บริเวณแผลที่ยุงกัด และไชผ่านรอยแผลนั้น เข้าสู่ระบบน้ำเหลืองและมีการเจริญเป็นตัวอ่อนระยะที่ 4 และตัวเต็มวัย (young adult) และตัวแก่ (adult) ตามลำดับ พยาธิตัวแก่เพศผู้และเพศเมียจะมีการผสมพันธุ์แล้วพยาธิตัวเมียจะปล่อย microfilaria และ microfilaria จะเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิตของคน

ระยะเวลาตั้งแต่ตัวอ่อนระยะที่ 3 เข้าสู่ร่างกายคนจนสามารถตรวจพบ microfilaria ในกระแสโลหิตได้ (pre-patent period) ในพยาธิชนิด *B.malayi* จะใช้เวลาประมาณ 3 เดือน และในพยาธิชนิด *W.bancroftii* ใช้เวลาประมาณ 9 เดือน

ส่วนอายุของ microfilaria โดยทั่วไปจะมีอายุประมาณ 6-12 เดือน ส่วนพยาธิตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 5-10 ปี สูงสุดถึง 40 ปี

2.2.7 พยาธิวิทยาของโรคเท้าช้าง

การเปลี่ยนแปลง ทางพยาธิวิทยาของโรคฟิลาเรียซิส เกิดจากพยาธิตัวแก่ทั้งที่มีชีวิตและตายแล้ว พยาธิตัวแก่ทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยทางตรงนั้นตัวพยาธิเองขณะมีชีวิตหรืออดักันทางเดินน้ำเหลือง และการเดินทางไปมาของพยาธิทำให้เกิดการระคายเคืองภายในทางเดินน้ำเหลือง

การติดเชื้อแบคทีเรียก็มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพรุนแรงขึ้นและปฏิกิริยาภูมิคุ้มกันที่เกิดขึ้นก็มีผลช่วยส่งเสริมการอักเสบของระบบน้ำเหลืองและอาการทางคลินิกต่างๆ

การเปลี่ยนแปลงจากการอักเสบในระยะแรกพบได้ที่หลอดน้ำเหลืองและต่อมน้ำเหลือง ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดการอุดตันของต่อมน้ำเหลือง และทำให้หลอดน้ำเหลืองโป่งพองมีการบวมของเนื้อเยื่อ และการขังของน้ำเหลืองภายในช่องต่างๆ ของร่างกายในระยะถัดมา ในที่สุดจะเกิดภาวะเท้าช้างขึ้น (elephantiasis)

2.2.8 อาการทางคลินิก

ระยะฟักตัวประมาณ 8-12 เดือน แต่มักไม่แน่นอน ผู้ที่ได้รับเชื้อบางรายไม่มีอาการ แต่บางรายมีอาการได้ต่างเชื่อว่าอาการจะเกิดขึ้นในผู้ที่ได้รับเชื้อซ้ำจากหลายครั้ง

อาการทางคลินิกของฟิลาเรียซิสแบ่งได้เป็นสองระยะ คือระยะของการอักเสบและระยะของการอุดตัน สองระยะนี้คาบเกี่ยวกัน นานๆ ครั้งที่มีผู้ป่วยที่เป็นโรคเท้าช้าง แต่ไม่มีประวัติของการอักเสบของระบบน้ำเหลืองมาก่อน

ในระยะเริ่มแรกของโรคอาการต่างๆ ไปไม่มีอะไรสำคัญ มีแต่อาการเฉพาะที่ คือ มี ปวด บวม แดงของแขน ขาหรือบริเวณอัมตะ มีการอักเสบของหลอดน้ำเหลืองพร้อมกับมีต่อมน้ำเหลืองโต ผู้ป่วยมีไข้ร่วมด้วย อาการต่างๆเหล่านี้เป็นอยู่ชั่วคราวประมาณ 7-10 วันก็หายไป แล้วก็กลับมาเป็นซ้ำใหม่ อีก ผู้ป่วยบางรายอาจมีอาการคงอยู่ไม่หายไป

2.2.9 การวินิจฉัย

- 1) ประวัติ อยู่ในถิ่นของโรค ประวัติมีไข้ หลอดน้ำเหลืองและต่อมน้ำเหลืองอักเสบโต
- 2) ลักษณะทางคลินิกพบว่าการอักเสบของหลอดน้ำเหลืองและต่อมน้ำเหลืองโต ปัสสาวะเป็นน้ำเหลือง อัมตะโต และขาโตเหมือนเท้าช้าง
- 3) การตรวจหา Microfilaria
- 4) ทดสอบทางปฏิกิริยาภูมิคุ้มกัน

2.2.10 การรักษา

2.2.10.1 การรักษาทั่วไป เมื่อผู้ป่วยมีอาการอักเสบของระบบน้ำเหลือง มีไข้ ควรให้ผู้ป่วยพัก ให้ยาลดไข้ ยาแก้ปวด เป็นต้น ถ้ามีแขนบวมก็ควรยกให้สูง การพันขาคด้วย elastic bandage ตั้งแต่ส่วนปลายขึ้นมาจนถึงส่วนต้นขาหรือโคนขา เช่นตั้งแต่ปลายเท้ามาจนถึงเข่าหรือต้นขาจะช่วยให้ยุบบวมได้ ระวังการติดเชื้อแบคทีเรีย และถ้าเกิดมีการติดเชื้อแบคทีเรียขึ้นควรให้ยาต้านจุลชีพ หรือยาไปทำลายเชื้อเหล่านั้น บริเวณที่มีการอักเสบหรือบริเวณที่เป็นเท้าช้าง ควรทำความสะอาดและให้แห้งอยู่เสมอ อาจจะต้องใช้ยาฆ่าเชื้อใส่หรือทาเฉพาะที่

2.2.10.2 การรักษาทางยา Diethylcarbamazine (Hetrazan) เป็นยาที่ได้ผลดีที่สุดยานี้มีฤทธิ์ต่อ microfilaria ขนาดยาที่ให้ 5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม แบ่งให้วันละ 3 ครั้ง นาน 2-3 สัปดาห์ แต่การให้ยาดังกล่าวไม่เหมาะสมในการรักษาผู้ป่วยเป็นจำนวนมาก (mass treatment) จึงได้มีผู้ใช้ขนาดยาเท่าเดิม แต่ให้ระยะห่างขึ้น ก็ปรากฏว่าได้ผลดีเช่นกัน คือ ให้ยา 5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม ให้สัปดาห์ละครั้ง นาน 6-7 สัปดาห์ ผลข้างเคียงได้แก่อาการอ่อนเพลีย คลื่นไส้ อาเจียน มีไข้ วิงเวียน ปวดศีรษะ ต่อมาน้ำเหลืองอักเสบ ลมพิษ ซึ่งมักจะเกิดขึ้นในระยะแรกของการรักษา และจะหายไปภายในเวลา 2-3 วัน การให้ยา Antihistamine ร่วมด้วยจะช่วยลดผลข้างเคียงของยา เข้าใจว่าอาการเหล่านี้เกิดจากการแพ้ต่อพยาธิ microfilaria ที่ถูกฆ่าตาย และพบว่า microfilaria จะหายไปจากเลือดใน 2-3 วัน ในระยะที่ผู้ป่วยเป็นมานาน และเกิดเป็นเท้าช้างซึ่งเป็นผลจากการอุดตันและอักเสบเรื้อรังของระบบน้ำเหลือง มักจะตรวจไม่พบ microfilaria ในเลือดผู้ป่วย การให้ยาอาจจะไม่มีประโยชน์ แต่ถ้ายังมีร่องรอยที่สงสัยว่า ยังมีการอักเสบของระบบน้ำเหลืองอยู่ก็สมควรที่จะใช้ยานี้ มีผู้กล่าวว่าการให้ยา Diethylcarbamazine 1 ชูต ในผู้ป่วยที่เป็นมานานหลายปีและเกิดภาวะเท้าช้าง แม้จะตรวจไม่พบเชื้อ microfilaria ในเลือด ก็ไม่เป็นการเสียหาย เพราะพยาธิตัวแก่มีชีวิตอยู่ได้หลายปี และพยาธิตัวเมียก็สามารถที่จะให้ microfilaria ออกมาได้เรื่อย ๆ

2.2.10.3 การรักษาทางศัลยกรรม จะช่วยได้บ้างเมื่อมีภาวะเท้าช้างกับส่วนที่จะตัด ออกได้ และ ตกแต่งเสียใหม่ เช่นที่หนังถุงอัมชะหรือ vulva หรือมีน้ำเหลืองขังอยู่ในอัมชะส่วนที่ขาและ แขนการผ่าตัดทำได้ค่อนข้างยาก และการต่อหลอดน้ำเหลือง เพื่อทำทางเดินน้ำเหลืองใหม่ไม่ค่อยได้ผล

2.2.11 การป้องกัน

การป้องกันสามารถทำได้ดังนี้ (ประสิทธิ์ สุภากรเดช, 2529 : 180)

- 1) ทำลายขุมและลูกน้ำ รวมทั้งทำลายแหล่งเพาะพันธุ์
- 2) ป้องกันไม่ให้ขุมมากัด เช่น ใช้มุ้งลวด หรือใช้ยากันขุมบางชนิดทาตามตัว
- 3) ค้นหาผู้ป่วยและให้การรักษาผู้ป่วยที่เป็นโรคนี้อย่างรีบด่วน รวมทั้งผู้ที่มี microfilaria ในเลือด แต่ไม่มี

อาการทุกรายด้วย

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) เป็นเทคโนโลยีที่เกิดจากการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการและการบริหารการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปอย่างมีแบบแผนและมีประสิทธิภาพ ข้อมูลสำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะมีทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) และข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute data) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถ จัดเก็บ เรียกค้น และวิเคราะห์ข้อมูลรวมทั้งแสดงผลของการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นทั้งในรูปของแผนที่ และตาราง ขั้นตอนการทำงานของระบบสารสนเทศ

2.3.1 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีความแตกต่างกันไป แล้วแต่ว่าใครจะเน้นการใช้งานทางไหน เพราะว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีผู้ให้คำนิยามหรือคำจำกัดความไว้ต่างๆ ดังนี้ คือ

แก้ว นวลฉวี (2537) ได้ให้คำจำกัดความของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ว่า เป็นระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถจัดเก็บและใช้ข้อมูล เพื่ออธิบายเหตุการณ์ หรือสิ่งที่เกิดขึ้นบนพื้นโลก หรือคือการรวมเอาคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ข้อมูลเชิงพื้นที่ และบุคลากร เพื่อนำเข้า จัดเก็บ ปรับปรุงเปลี่ยนแปลง วิเคราะห์และนำผลการวิเคราะห์ ของข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์ทุกรูปแบบ

สรศักดิ์ กลิ่นดาว (2542 : 2) ได้ให้ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ว่า เป็นระบบที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อรวบรวม จัดเก็บ วิเคราะห์ข้อมูลภูมิศาสตร์ รวมทั้งการค้นคืนข้อมูล และการแสดงผลสารสนเทศ หรือระบบสารสนเทศเป็นทั้งระบบฐานข้อมูลที่มีความสามารถในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยอยู่ในรูปข้อมูลเชิงตัวเลข ข้อมูลเชิงคุณภาพ และระบบปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ข้อมูล เหล่านั้นได้ ผลออกมาเป็นสารสนเทศ แล้วนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจต่อไป

ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่กล่าวมา อาจสรุปได้ว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ การใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ในการรวบรวมข้อมูลต่างๆ จัดเก็บข้อมูล แก้ไขข้อมูลที่ประกอบด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเชิงบรรยาย ไว้ในฐานข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูล และแสดงผลข้อมูลแล้วนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจ

2.3.2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

เนื่องจากลักษณะข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีการเชื่อมโยงกับหลายฐานข้อมูลและมีความแตกต่างโดยตัวเนื้อข้อมูลเอง การประมวลผลข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จึงมักนิยมใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มีความเร็วสูง (high speed computer) มาดำเนินการเป็นหลัก ซึ่งสามารถจำแนกองค์ประกอบของระบบสารสนเทศออกได้เป็น 5 ระบบใหญ่ๆ ดังนี้ คือ

2.3.2.1 ระบบฮาร์ดแวร์ (hardware)

ก. หน่วยประมวลผลกลาง (central processing unit .CPU) จะมีหน่วยควบคุม (control unit) ในการจัดลำดับของระบบ และหน่วยคำนวณเปรียบเทียบข้อมูล (arithmetic-logic unit) โดยหลักการทางคณิตศาสตร์และตรรกะ

ข. ระบบแสดงผลกราฟิกสี ประกอบด้วยจอภาพกับตัวควบคุม ซึ่งก็คือ ตัวแปลงกราฟิก (EGA, VGA, CGA) บน PC ซึ่งทำงานร่วมกับโปรแกรมชุดหนึ่ง

ค. อุปกรณ์สำหรับป้อนข้อมูลและคำสั่ง ประกอบด้วย

แป้นพิมพ์ (keyboard) ใช้สำหรับป้อนคำสั่ง และข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือ

ตัวแปลงเป็นเชิงตัวเลข (digitizer) เป็นส่วนในการแปลงรูปแบบข้อมูลจากแผนที่ ให้อยู่ในรูปของตัวเลข จัดส่งไปยังหน่วยประมวลผลกลางและหน่วยจัดเก็บข้อมูล รูปร่างของตัวแปลงเป็นเชิงตัวเลขเป็นแผ่นกระดาษที่เคลือบผิวน้ำหรือจอร์ส ในการใช้งานจะต้องเอาแผนที่ติดกับกระดาษตัวแปลง แล้วใช้ตัวชี้ตำแหน่ง (cursor) ของ ตัวแปลงเป็นเชิงตัวเลข ไล่ตามจุดหรือเส้นบนแผนที่

เครื่องกวาดตรวจภาพ (scanner) ใช้กับต้นฉบับที่เป็นแผนที่และรูปถ่ายบนกระดาษ เครื่องกวาดตรวจภาพจะเก็บเป็นภาพ ซึ่งใช้กับระบบสารสนเทศ ฐานเชิงภาพโดยตรง

ระบบหาดำแหน่งด้วยดาวเทียม (global positioning system, GPS) เป็นอุปกรณ์หาดำแหน่งทางภูมิศาสตร์บนพื้นโลก ซึ่งสามารถถ่ายโอนข้อมูลเข้าสู่พิกัด GIS ได้โดยตรง

ง. อุปกรณ์สำหรับเขียนภาพและตัวหนังสือ ได้แก่ เครื่องวาด (plotter) และเครื่องพิมพ์ (printer) ซึ่งเครื่องวาดจะแสดงข้อมูลที่เป็นลายเส้น ส่วนเครื่องพิมพ์จะแสดงข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือหรือข้อความต่างๆ

จ. หน่วยเก็บข้อมูลแบบบันทึก (disk drive storage unit) โดยปกติจะมีอยู่ 2 แบบ คือ หน่วยขับแผ่นบันทึกแบบแข็ง (hard disk drive) ซึ่งมีความจุของตั้งแต่ 10 MB ขึ้นไปกับ หน่วยขับแผ่นบันทึกแบบอ่อน (floppy disk drive) ซึ่งจะมีความจุ 3.5 นิ้ว ความจุ 1.4 MB

ช. หน่วยขับแถบบันทึก (tape drive) จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลลงในเทปแม่เหล็ก (magnetic tape) ที่มีความหนาแน่น 1600 BPI (bits per inch) หรือ 6250 BPI

ซ. หน่วยจอภาพ (visual display unit) หรือเครื่องปลายทาง (terminal) เป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงข้อมูลและผลลัพธ์โดยปกติจะเชื่อมโยงกับเครื่องวาด เครื่องพิมพ์ เครื่องแปลงเป็นเชิงตัวเลข (digitizer) หรือบริภัณฑ์อื่นๆ ที่เชื่อมโยงกับคอมพิวเตอร์

2.3.2.2 ระบบซอฟต์แวร์ (software)

ชุดซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำงานสำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบด้วย 5 ส่วน จำเพาะ ดังต่อไปนี้

ก. ส่วนรับเข้าและทวนสอบข้อมูล (data input and verification) เป็นการแปลงข้อมูลจากแผนที่ รูปถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม ตาราง ดัชนีหนังสือ ให้อยู่ในรูปที่สามารถใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการนี้เช่น เครื่องแปลงเป็นเชิงตัวเลข เครื่องกวาดตรวจภาพ เป็นต้น

ข. ส่วนจัดเก็บและจัดการฐานข้อมูล (data storage and management) เป็นการจัดเก็บข้อมูลทางภูมิศาสตร์เกี่ยวกับ จุด เส้น หรือพื้นที่ ให้มีโครงสร้างที่สามารถจัดเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ และผู้ใช้สามารถสืบค้นมาใช้ได้โดยสะดวก

ค. ส่วนวิเคราะห์ข้อมูล (data analysis) เป็นการแปลงรูปแบบเป็นตัวเลข หรือค่าของกริดที่มีอยู่มาผสมผสานกับข้อมูลอื่นๆ ในการประมวลผล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญคือ การแปลงรูปข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data transformation)

ง. ส่วนผลลัพธ์และการแสดงผลข้อมูล (data output and presentation) เป็นวิธีการแสดงผลของ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ โดยผลที่ได้จะอยู่ในรูปของแผนที่ ตาราง กราฟ เป็นต้นและจะพิมพ์รายงานผลโดยใช้ เครื่องวาดหรือเครื่องพิมพ์

จ. การโต้ตอบกับผู้ใช้ (interaction with the user) ซอฟต์แวร์ GIS ที่ดีนั้นจะต้องสามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดี โดยมีการสร้างรายการต่างๆ ที่ไม่ยุ่งยาก เข้าใจง่าย และมีขั้นตอนที่ต่อเนื่องสมบูรณ์

2.3.2.3 ระบบข้อมูล (data)

แหล่งข้อมูลระบบสารสนเทศที่สำคัญ ได้แก่ แผนที่ภูมิประเทศ มาตรฐาน 1:50,000 รูปถ่ายทางอากาศ ภาพถ่ายดาวเทียม นอกจากข้อมูลเชิงพื้นที่แล้ว ระบบสารสนเทศต้องการข้อมูลเชิงบรรยาย ซึ่งขยายความด้านรายละเอียดของข้อมูลเชิงพื้นที่ ตัวอย่างของข้อมูลเชิงบรรยายได้แก่ ชื่อของหมู่บ้าน จำนวนครัวเรือน จำนวนประชากรชาย-หญิง เป็นต้น แหล่งที่มาของข้อมูลเชิงบรรยาย อาจได้มาจากข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องหรือได้มาจากการสำรวจข้อมูลภาคสนามโดยตรง ข้อมูลเชิง

บรรยายจะบันทึกเก็บไว้ในลักษณะของแฟ้มบันทึก โดยแต่ละแฟ้มบันทึกจะถูกแบ่งย่อยออกเป็นช่องสนาม ช่องสนามแต่ละช่องอาจถูกกำหนดให้บันทึกข้อมูลที่เป็นตัวอักษรหรือข้อมูลที่เป็นตัวเลข ก็ขึ้นกับความเหมาะสมของข้อมูลที่รับเข้าไป

2.3.2.4 ส่วนบุคลากร (peopleware)

ได้แก่ บุคคลที่มีความรู้พื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์ และทางด้านภูมิศาสตร์มาอย่างดี สามารถวิเคราะห์และออกแบบแผนที่ และแผนภูมิที่เป็นผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ ได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานว่าด้วยวิชาการออกแบบแผนที่ บุคลากรสำหรับงานสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังสามารถจำแนกตามภารกิจของการปฏิบัติงานและโดยลักษณะของงาน เช่น เจ้าหน้าที่งานภาคสนาม เจ้าหน้าที่เตรียมข้อมูลและต้นร่าง เจ้าหน้าที่ป้อนข้อมูล นักวิเคราะห์ข้อมูล และนักออกแบบแผนที่ เป็นต้น

2.3.2.5 วิธีการ

การใช้งาน GIS ที่ประสบความสำเร็จขึ้นอยู่กับแผนงานออกแบบ การกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงาน เพื่อให้เป็นงานไปตามขั้นตอน มีความเชื่อถือได้ และกฎทางธุรกิจที่ดี

2.3.3 ลักษณะข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ลักษณะข้อมูลที่จัดเก็บใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มี 2 ลักษณะ คือ (สุพรรณ กาญจนสุวรรณ, 2532 : 12 -18)

2.3.3.1 ข้อมูลเชิงพื้นที่

คือข้อมูลที่มีการอ้างอิงทางภูมิศาสตร์ จะเกี่ยวกับรูปร่างและตำแหน่งของวัตถุ หรือปรากฏการณ์บนพื้นโลก เช่น ขอบเขตที่ดิน พื้นที่พรุ พื้นที่แหล่งน้ำผิวดิน เป็นต้น ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถแสดงภาพลักษณะ ได้ 3 แบบ คือ

ก. จุด (point) เป็นลักษณะข้อมูลที่ระบุที่ตั้งพิกัดภูมิศาสตร์ ซึ่งแสดงตำแหน่งของข้อมูลนั้นๆ ด้วยจุด อาทิเช่น ที่ตั้งของจังหวัด ตำบล หมู่บ้าน เป็นต้น

ข. เส้น (line) เป็นลักษณะของเส้นตรง เส้นโค้ง และเส้นหักมุม โดยอธิบายถึงความกว้าง ความยาวของเส้นต่าง ๆ เช่น แม่น้ำ ถนน เป็นต้น

ค. รูปหลายเหลี่ยมหรือพื้นที่ (polygon or area) เป็นลักษณะขอบเขตพื้นที่ เช่น ขอบเขตพื้นที่ป่าไม้ ขอบเขตการใช้ที่ดิน เป็นต้น

2.3.3.2 ข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute data)

เป็นข้อมูลตัวเลขหรือตัวอักษรที่เป็นคุณลักษณะเฉพาะของข้อมูลเชิงพื้นที่นั้น ๆ เพื่อบรรยายให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น จะเกี่ยวข้องกับลักษณะของวัตถุ หรือปรากฏการณ์ เช่น ลักษณะการใช้ที่ดิน จำนวนประชากร

2.3.4 ขั้นตอนการดำเนินงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การดำเนินงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ประกอบขึ้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.3.4.1 การป้อนข้อมูล เป็นการเปลี่ยนข้อมูลจากแผนที่ต้นฉบับ ตาราง คำนวณ หรือแผนที่เข้าไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยผ่านสื่อการใช้เครื่องแปลงเชิงตัวเลข (digitizer) หรือแป้นพิมพ์

2.3.4.2 การจัดเก็บข้อมูลและการจัดการ เป็นการจัดเก็บข้อมูลทาง จุด เส้น พื้นที่ และตารางมาเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์ และสามารถเรียกใช้มาได้สะดวก

2.3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล คือการนำข้อมูลจากการเปลี่ยนรูปแบบเป็นตัวเลขหรือค่าของกริดที่มีอยู่มาผสมผสานกันกับข้อมูลอื่นๆ ในการประมวลผล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องและตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

2.3.4.4 การแสดงผลและนำเสนอข้อมูล การแสดงผลข้อมูลเป็นกระบวนการในการนำเสนอผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์คำนวณ โดยผลที่ได้จะอยู่ในรูปของแผนที่ ตาราง กราฟ

2.3.5 วิเคราะห์เชิงพื้นที่

วิเคราะห์เชิงพื้นที่ (spatial analysis) ใช้สำหรับผลิตสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพิ่มเติมโดยใช้สารสนเทศที่มีอยู่แล้ว หรือเน้นโครงสร้างเชิงพื้นที่หรือสัมพันธ์ภาพระหว่างสารสนเทศภูมิศาสตร์เทคนิคต่างๆ นำเสนอ ดังต่อไปนี้ (دنุพล ตันน โยภาส : 247-248)

2.3.5.1 เทคนิคการเพิ่มพูนสารสนเทศภูมิศาสตร์

ที่นิยมใช้ใน GIS มีด้วยกัน 3 วิธี ดังต่อไปนี้ คือ

ก เทคนิควางทับซ้อนกัน (overlay technique)

ข้อมูลทางภูมิศาสตร์หลากหลาย ประกอบด้วยหลายชั้นข้อมูลที่ถูกวางทับซ้อนกัน การดำเนินการเชิงตรรกะ (logical operation) ประกอบด้วย การรวมเชิงตรรกะหรือการพหุเชิงตรรกะ ยกตัวอย่างพื้นที่ภัยพิบัติธรรมชาติของการน้ำท่วม แผ่นดินถล่ม สามารถประมาณโดยวางทับแผนที่ป่าถูกโค่นและแผนที่ความลาดชันในพื้นที่ภูเขา

ข เทคนิคแนวกันชน (buffering technique)

“แนวกันชน” คือ การหาพื้นที่ที่อยู่ภายในระยะทางหนึ่งจากจุดหรือเส้น ยกตัวอย่าง พื้นที่มลภาวะเสี่ยงในบริเวณสถานที่โรงพยาบาล จะถูกจำกัดขอบเขตให้ออกไปโดยพื้นที่กันชนภายในระยะห่าง 30 เมตร จากถนนสัญจร

ค การล้อมกรอบแบบโวโลนอย (Voronoi tessellation)

พื้นที่อาจมีการแบ่งออกเป็นกลุ่มของ “พื้นที่อิทธิพล” ที่เรียกว่า “การล้อมกรอบ” ซึ่งสามารถที่สร้างรูปได้ 2 ส่วน ระหว่างจุดต่างๆ ที่กระจายเชิงพื้นที่ ยกตัวอย่าง อาณาเขตของสถานีอนามัยสามารถวาดขอบเขตรับผิดชอบในระหว่างสถานีอนามัยที่ตั้งต่างถิ่นกันออกไป

2.3.5.2 วิเคราะห์เชิงสถิติสำหรับโครงสร้างเชิงพื้นที่

สหสัมพันธ์อัตโนมัติเชิงพื้นที่ เป็นเทคนิคเชิงสถิติอย่างหนึ่ง ที่จะหาโครงสร้างเชิงพื้นที่ของภูมิสารสนเทศ ซึ่งเป็นตัวประกอบสหสัมพันธ์ชนิดหนึ่งระหว่าง 2 เหตุการณ์ ได้เกิดต่างที่กัน ในกรณีของการสหสัมพันธ์อัตโนมัติเชิงพื้นที่สูง การโยงต่อกัน (interpolation) เชิงพื้นที่ที่มีความถูกต้องมากสามารถช่วยกำจัดตัวอย่างที่มีความเชื่อถือน้อยออกไปได้

2.3.5.3 เทคนิครวม

เป็นการรวมเทคนิคระหว่างแนวกันชนกับวางตาบซ้อนกันเข้าด้วยกัน ซึ่งจะช่วยให้ทราบถึงอัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่

2.4 รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฉันทนา ชูดีดำรง และศิริชัย พรรณชนะ (2529) ได้ศึกษาการปรากฏตัวของพยาธิไมโครฟิลาเรียในกระแสน้ำของแม่น้ำโขง จากท้องที่ที่มีการระบาดของโรคเท้าช้าง พบเชื้อ *Brugia malayi* ที่อำเภอสุโขทัย ตากใบ จังหวัดนราธิวาส

ศิริชัย พรรณชนะ และคณะ (2538) ได้เจาะโลหิตตรวจหาพยาธิ *Brugia malayi* ในเขต 5 อำเภอของจังหวัดนราธิวาส คือ สุโขทัย สุโขทัย-ลก ระแงะ เมืองและตากใบ พบว่ามีเชื้อพยาธิ *Brugia malayi* จำนวน 104 ตัว

บัณฑิต ชูณหสวัตติกุล และคณะ (2532) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ ระหว่างพื้นที่พรุกับการเกิด และแพร่ระบาดของโรคเท้าช้าง พบว่าการเกิดและการระบาดของโรคเท้าช้างมีความสัมพันธ์โดยตรง กับระยะห่างจากพื้นที่พรุ กล่าวคือในใจกลางพรุ ที่ยูงแมนโซเนียซูกซุม มีผู้ป่วยทั้งที่ปรากฏอาการและ ที่มีหนองพยาธิในโลหิตมาก และระยะห่างออกไปมีผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่มลดน้อยลงตามลำดับ

Lindsay and Thomas (2000) ได้ทำแผนที่และประมาณประชากรที่เสี่ยงต่อโรคเท้าช้างใน แอฟริกา ซึ่งได้วิเคราะห์ภูมิอากาศ โดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยายภูมิอากาศที่เหมาะสมสำหรับ การเกิดของเชื้อพลาเรียในคน โดยใส่ในแผนที่การแพร่กระจายของโรคเท้าช้างในภาคพื้นทวีป แอฟริกา โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งประชากรที่เสี่ยงประมาณ 420 ล้านคน

Lindsay and Thomas (2000) ได้ศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดการแพร่ระบาดของโรคมาลาเรีย ใน แคมเบีย โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม โดยได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อมูลผู้ป่วย และข้อมูลแมลงในระดับหมู่บ้าน กับระยะห่างจากสิ่งปกคลุมดิน โดยเก็บข้อมูลแมลงและผู้ป่วย ปี พ.ศ. 2531 - 2532 แล้ว นำเสนอในรูปแบบแผนที่ออกมา พบว่าระยะห่างช่วง 2 กิโลเมตรจากสิ่งปกคลุมดินเป็นช่วงที่มีการแพร่เชื้อ มาลาเรีย

