สัมมนาวิชาการพิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา ครั้งที่ 1: ก้าวแรกแห่งคลังทรัพยากร, 13-18
The 1st Symposium of the Natural History Museum: Initial Steps For Conserving Natural Rosource Depositories, 13-18.

การใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการวิเคราะห์ศักยภาพในการอนุรักษ์มวนแมลงดาหายากชนิด *Lethocerus patruelis* (Hemiptera: Belostomatidae) จากปัจจัยมลภาวะทางแสงระดับท้องถิ่น

Spatial Data Application for Analyzing Conservation Potential of a Rare Water Bug Species, *Lethocerus patruelis* (Hemiptera: Belostomatidae) Effected by Local Light Pollution

ณัฐวุฒิ สารีอินทร์[1]
ชิตชล ผลารักษ์[1, 2]
วาทิต โคกทอง[1, 2*]

Nattawut Sareein[1]
Chitchol Phalaraksh[1, 2]
Watit Khokthong[1, 2*]

[1]สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200
[1] Environmental Science Research Center, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50200
[2] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ถนนห้วยแก้ว ตำบลสุเทพ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ 50200
[2] Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand 50200
*Corresponding author. E-mail: watit.khokthong@cmu.ac.th

รับเรื่อง: 15 ตุลาคม 2563 รับลงพิมพ์: 9 พฤศจิกายน 2563

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่จากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (จีไอเอส) กำลังเป็นที่นิยมเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ในการศึกษานี้ได้นำวิธี Distance to nearest neighbor มาใช้กับมวนแมลงดานา *Lethocerus patruelis* (Stål, 1855) ซึ่งหายาก และกำลังถูกคุกคามด้วยมลภาวะทางแสง จนอาจเกิดการสูญพันธุ์ในระดับท้องถิ่นได้ จากการสำรวจในไทยระหว่างปี 2561–2563 พบ *L. patruelis* เพียง 2 จุดศึกษา คือใน จังหวัดเชียงรายและ จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยพบว่า ถิ่นที่อยู่อาศัยของ *L. patruelis* ที่เชียงรายจะอยู่ใกล้กับมลภาวะแสงมากกว่า ในขณะที่พื้นที่ศึกษาของสุราษฎร์ธานีมีปริมาณของแหล่งมลภาวะแสงระดับท้องถิ่นที่มากกว่า จากผลการศึกษาเบื้องต้นนี้ มีความเป็นไปได้ที่จะบ่งชี้ภาวะเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของ *L. patruelis* ได้

คำสำคัญ ชนิดหายาก แมลงดานา การอนุรักษ์แหล่งอาศัย

ABSTRACT

The use of spatial data from geographic information system (GIS) becomes popular for environmental study and conservation. This study conducted a GIS method; distance to nearest neighbor with a rare water bug species, *Lethocerus patruelis* (Stål, 1855), which is a threatened species due to the light pollution that may cause their local extinction. Based on our survey in Thailand during 2018–2020, *L. patruelis* was found in only 2 provinces, i.e., Chiang Rai and Surat Thani. The habitat of *L. patruelis* in Chiang Rai is closer to the light pollution sources than that in Surat Thani, whereas the quantification of light pollution sources in Surat Thani is greater than that in Chiang Rai. This preliminary study shows the possibility to identify the risk of species extinction from our method.

KEYWORDS: Rare species, water bug, habitat conservation, light pollution, Geographic Information Systems (GIS)

คำนำ

ปัจจุบันการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่จากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (จีไอเอส) กำลังเป็นที่นิยมในการนำมาประยุกต์ใช้เพื่อการอนุรักษ์ทางสิ่งแวดล้อม เนื่องจากมีความหลากหลายของข้อมูลตั้งแต่ระดับท้องถิ่น (local scale) ไปจนถึงระดับประเทศ ระดับภูมิภาค และระดับโลก (national, regional, and global scales) ข้อดีของการใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่จากระบบดังกล่าวมีความรวดเร็วที่จะสามารถปรับใช้ข้อมูล อาทิ การแสดงถึงปริมาณมลภาวะที่เพิ่มขึ้นจนเป็นสาเหตุของการคุกคามต่อสิ่งมีชีวิตหลายชนิด ซึ่งข้อมูลจากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์นี้ มักใช้ควบคู่ไปกับข้อมูลภาคสนามซึ่งมีข้อจำกัดกล่าวคือ อาจต้องใช้เวลานานในการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างสมบูรณ์ (Jung & Kalko, 2010; Mazor, *et al*., 2013; Cabrera-Cruz *et al*., 2018) ดังนั้น การใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่จากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (จีไอเอส) ในเบื้องต้น จึงอาจสามารถประเมินสถานการณ์ล่วงหน้าเพื่อการอนุรักษ์ได้

Lethocerus patruelis (Stål, 1855) เป็นมวนน้ำจืด รู้จักกันในชื่อ มวนแมลงดานา อยู่ในอันดับ Hemiptera วงศ์ Belostomatidae วงศ์ย่อย Lethocerinae ซึ่งมวนในวงศ์นี้ถูกจัดว่าเป็นแมลงน้ำที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในโลก บางชนิดมีความยาวลำตัวถึง 11 ซม. (Tran *et al*., 2015) จัดอยู่ในกลุ่มแมลงน้ำที่เป็นผู้ล่าที่สำคัญในระบบนิเวศน้ำจืด มีการกระจายตัวตั้งแต่แถบยุโรปมาจนถึงเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อาทิ พบที่ Myitkyina รัฐคะฉิ่น ทางตอนเหนือของประเทศเมียนมาร์ (Menke, 1963) และถูกพบครั้งแรกในประเทศไทย (New record in Thailand) เมื่อปี พ.ศ. 2562 (Sareein *et al*., 2019) นอกจากนี้ เป็นที่ทราบกันดีว่ามวนแมลงดานามีพฤติกรรมบินเข้าหาแสงไฟประดิษฐ์ในเวลากลางคืน (Yoon *et al*., 2010; Polhemus and Pohelmus, 2013; Tran *et al*., 2015) ปัจจุบันมวนแมลงดานาชนิดต่าง ๆ ที่มีการกระจายตัวในแถบเอเชียได้ถูกระบุสถานภาพทางด้านการอนุรักษ์ไปแล้ว อาทิ อยู่ในระดับสิ่งมีชีวิตที่เกือบอยู่ในข่ายใกล้การสูญพันธุ์ (Vulnerable species) อยู่ในระดับสิ่งมีชีวิตที่ถูกคุกคาม (Threatened species) และสิ่งมีชีวิตที่ใกล้การสูญพันธุ์ (Endangered species) และในบางที่ไม่มีการพบแมลงดานาอีกเลยในรอบ 20 ปี (Ministry of Environment of Korea, 2009; Yoon *et al*., 2010; Polhemus and Polhemus, 2013; Ministry of the Environment of Japan, 2015)

ขณะที่ในประเทศไทย ทั้ง ๆ ที่มีมวนแมลงดานากระจายตัวอยู่ถึง 2 ชนิด คือ *L. indicus* (Lepeletier and Serville, 1825) และ *L. patruelis* กลับไม่มีรายงานสถานภาพทางด้านการอนุรักษ์ ท่ามกลางปัญหามลภาวะทางแสงไฟประดิษฐ์และถิ่นที่อยู่อาศัยที่เสื่อมโทรม โดยเฉพาะมวนแมลงดานาชนิด *L. patruelis* ซึ่งหายากในประเทศไทย ในการศึกษาครั้งนี้ จึงได้นำวิธี Distance to nearest neighbor ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระยะห่างระหว่างแต่ละจุดศูนย์กลางที่ใกล้กัน (Sainin and Alfred, 2010) สามารถเปรียบเทียบความใกล้กันระหว่างถิ่นที่อยู่อาศัยของ *L. patruelis* กับจุดกำเนิดแสงประดิษฐ์ที่มีความเข้มแสงต่างกันในแต่ละพื้นที่ได้ ประกอบข้อมูลด้านประเภทและปริมาณแสงประดิษฐ์จากแผนที่ดาวเทียม เพื่อนำไปสู่การบ่งชี้ภาวะเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ในระดับท้องถิ่นต่อไป

อุปกรณ์ และวิธีการ

การสำรวจแมลงดานา

ทำการสำรวจและบันทึกพิกัดสถานที่พบแมลงดานาทั้งหมด 15 สถานีศึกษาครอบคลุมทั้งประเทศ (Figure 1) ทั้งในช่วงฤดูฝน (มิถุนายน–ตุลาคม) และในฤดูแล้ง (พฤศจิกายน–มีนาคม) อย่างน้อยฤดูละ 1 ครั้ง ระหว่างปี พ.ศ. 2561–2563 โดยสำรวจในบริเวณที่มีการพบเห็นมาก่อนซึ่งทราบจากการสัมภาษณ์ชุมชนบริเวณนั้น จากนั้นทำการสำรวจด้วยวิธี Hand net ในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำที่ไหลช้าในตอนกลางวัน โดยใช้สวิงสำรวจแมลงดานาตามพืชน้ำ หรือพื้นท้องน้ำที่มีเศษตะกอนใบไม้ทับถมอยู่ และในตอนกลางคืนใช้กับดักแสงไฟประดิษฐ์ Black light (18 watts) วางใกล้กับบริเวณแหล่งน้ำที่มักมีการพบแมลงดานา โดยทำการปักเสาสูงประมาณ 4 ม. ด้านล่างมีภาชนะใส่น้ำรองรับแมลงดานาที่บินมาติดกับดัก เมื่อได้ตัวอย่างแมลงดานา ทำการระบุชนิดตามหลัก

อนุกรมวิธาน อ้างอิง Tran *et al*. (2015) พร้อมถ่ายภาพลักษณะทางกายภาพของแมลงดานา ตัวอย่างบางส่วนเก็บรักษาด้วยแอลกอฮอล์ 95% เพื่อการศึกษาด้านอื่น ๆ ในโอกาสต่อไป

แผนที่แสงประดิษฐ์

ทำการดาวน์โหลดแผนที่แสงประดิษฐ์จาก National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), National Centers for Environmental Information (NCEI) ได้ที่ https://www.ngdc.noaa.gov/eog/viirs/download_dnb_composites.html ซึ่งข้อมูลจากแผนที่ครอบคลุมระยะเวลาที่ทำการสำรวจแมลงดานา แผนที่ประเภทนี้เป็นผลิตภัณฑ์จากดาวเทียมประเภท Visible Infrared Imaging Radiometer Suite, Day/Night Band (VIIRS DNB) โดยสามารถเลือกใช้ข้อมูลในช่วงเวลาที่ทำการสำรวจแมลงดานาได้ในแบบรายวัน รายเดือน และรายปี และถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความละเอียดสูง กล่าวคือ 1 พิกเซลของภาพแผนที่เทียบเท่าขนาด 0.742 ตร.กม. ซึ่งเพียงพอต่อการนำมาใช้ในการระบุประเภทของแสงประดิษฐ์ในบริเวณพื้นที่ศึกษา สำหรับขนาดของพื้นที่ที่สำรวจประเภทและปริมาณแสงประดิษฐ์ ได้ใช้นิยามพื้นที่ที่ควรสำรวจแสงประดิษฐ์ว่าอาจเกิดการสูญพันธุ์ระดับท้องถิ่นของมวนแมลงดานาได้ที่รัศมี 25 กม. รอบ ๆ ถิ่นที่อยู่อาศัย (Ho *et al*., 2009) และสำหรับประเภทของแสงประดิษฐ์ในแต่ละพิกเซลนั้น ได้ประยุกต์จากการทบทวนเอกสารที่มีการศึกษาก่อนหน้านี้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ Dark, Light, Active light, และ Build-up area light (Cao and Bai, 2014; Ma, 2018) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้คัดเลือกแสงประดิษฐ์ที่มีความเข้มแสงในระดับ Active light และ Build-up area light มาวิเคราะห์ผลร่วมกับพิกัดถิ่นที่อยู่อาศัยของแมลงดานา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการระบุจุดพิกัดของถิ่นที่อยู่อาศัยแมลงดานาชนิด *L. patruelis* ในแผนที่แสงประดิษฐ์โดยใช้ซอฟท์แวร์ ArcGIS (v10.4, ESRI, California, USA, https://desktop.arcgis.com/en/) จากนั้นสร้างแผนที่โดยซอฟท์แวร์ดังกล่าว และทำการเปรียบเทียบข้อมูลประเภทและปริมาณแสงโดยยึดหลัก Distance to nearest neighbor เพื่อบ่งชี้ภาวะเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์

ผล และวิจารณ์

จากผลการสำรวจทั้ง 15 สถานีศึกษาทั่วประเทศ (Figure 1) พบ *L. indicus* ทั้งหมด 120 ตัวใน 13 สถานีศึกษา (ยกเว้นสถานีศึกษาในจังหวัดนครปฐมและจังหวัดราชบุรี) และพบ *L. patruelis* ทั้งหมด 20 ตัว เพียง 2 สถานีศึกษาเท่านั้น โดยพบที่สถานีศึกษาในจังหวัดเชียงรายและจังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยใช้ลักษณะทางกายภาพภายนอกของแมลงดานาที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือ แถบสีอ่อนด้านบนของอกปล้องแรก (light stripes on the pronotum) ซึ่งแถบของ *L. patruelis* จะแคบกว่าของ *L. indicus* ซึ่งผลจากการสำรวจครั้งนี้ ยืนยันว่ามวนแมลงดานาชนิด *L. patruelis* พบเจอได้ยากกว่าชนิด *L. indicus* ที่มักถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการประกอบอาหาร เป็นแมลงกินได้ (Hanboonsong *et al*., 2013) ซึ่งในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่า *L. indicus* มีการกระจายตัวครอบคลุมเขตนี้ (Tran *et al*., 2015) ในขณะที่ *L. patruelis* พบว่ามีการกระจายตัวในเขตเมียนมาร์และไทยเท่านั้น (Menke, 1963; Sareein *et al*., 2019)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณของแหล่งมลภาวะแสงระดับท้องถิ่น หรือจุดกำเนิดแสงประดิษฐ์โดยยึดหลัก Distance to nearest neighbor พบว่า ในรัศมี 25 กม. ของถิ่นที่อยู่อาศัยของแมลงดานาชนิด *L. patruelis* ที่จังหวัดเชียงราย มีจุดกำเนิดแสงประดิษฐ์ประเภท Active light ซึ่งได้แก่ ไฟถนน แสงไฟที่มาจากชุมชน และเมือง อยู่ 49 พิกเซล และประเภท Build-up area light ซึ่งได้แก่ไฟจากอาคารจากสิ่งปลูกสร้างโดยตรง อยู่ 26 พิกเซล และหากจำกัดรัศมีให้แคบลง คือ ในรัศมี 5 กม. พบว่ามี Active light อยู่ถึง 15 พิกเซล (คิดเป็นราว 30% ของ Active light ทั้งหมด) และ Build-up area light อยู่ถึง 12 พิกเซล (คิดเป็นราว 46% ของ Built-up area light ทั้งหมด) ดังแสดงใน Figure 2 และ Table 1

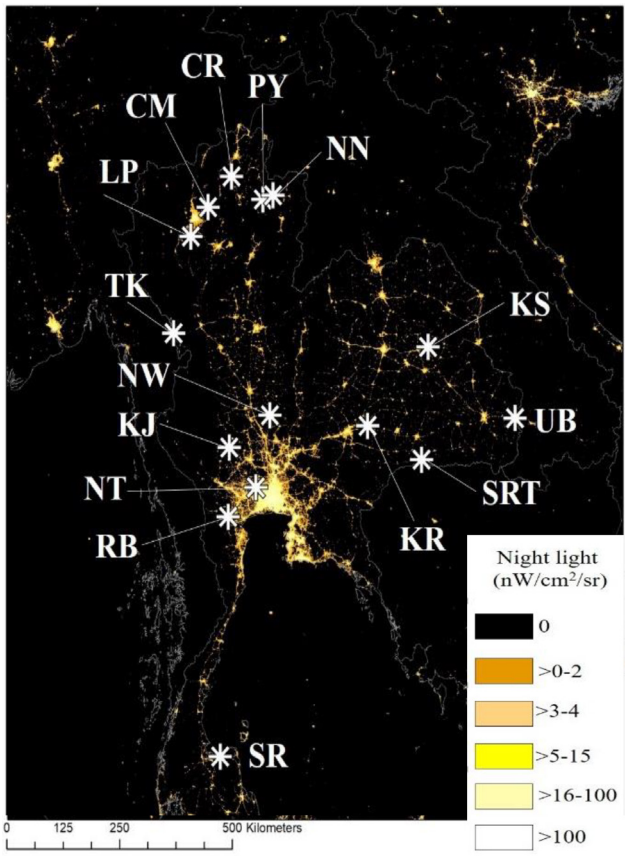

Figure 1. Satellite-based artificial light at night (ALAN) map of Thailand and the giant water bug (*Lethocerus indicus* and *Lethocerus patruelis*) sampling sites. Abbreviations: NN = Nan; PY = Payao; CR = Chiang Rai; CM = Chiang Mai; LP = Lamphun; TK = Tak; NW = Nakhon Sawan; KJ = Kanjanaburi; NT = Nakhon Pathom; RB = Ratchaburi; SR = Surat Thani; KR = Nakhon Ratchasima; SRT = Surin; UB = Ubon Ratchathani; and KS = Kalasin.

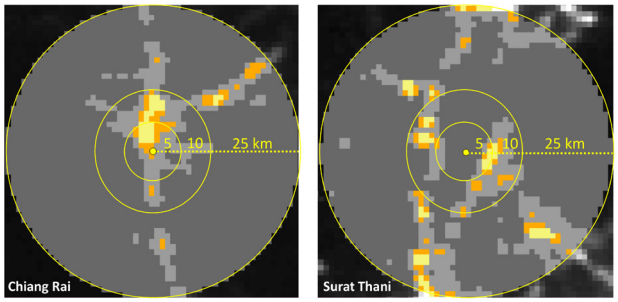

Figure 2. Satellite-based artificial light at night (ALAN) map of Chiang Rai (Left) and Surat Thani (Right) sampling sites presenting the intensity of ALAN each pixel within 25-km radius of the giant water bug (*Lethocerus indicus* and *Lethocerus patruelis*) habitats. The different colors of pixels indicate type of ALAN, i.e., dark grey = dark areas, pale grey = light areas, orange = active light areas, and yellow = build-up area light (Cao and Bai, 2014; Ma, 2018).

ในขณะที่สถานีศึกษาของสุราษฎร์ธานี พบว่ามีปริมาณของแหล่งมลภาวะแสงระดับท้องถิ่น หรือจุดกำเนิดแสงประดิษฐ์ที่มากกว่าจังหวัดเชียงราย กล่าวคือ ในรัศมี 25 กม. ของถิ่นที่อยู่อาศัยของแมลงดานาชนิด *L. patruelis* พบว่ามีจุดกำเนิดแสงประดิษฐ์ประเภท Active light อยู่ถึง 75 พิกเซล และประเภท Build-up area light อยู่ถึง 50 พิกเซล และหากจำกัดรัศมีให้แคบลง คือ ในรัศมี 5 กม. พบว่ามี Active light อยู่ 4 พิกเซล (คิดเป็นราว 5% ของ Active light ทั้งหมด) และ Build-up area light อยู่ถึง 5 พิกเซล (คิดเป็นราว 10% ของ Build-up area light

Table 1. Type of artificial light at night (ALAN), the intensity of ALAN (nW/cm2/sr), and the amount of ALAN (pixels) each *Lethocerus* patruelis sampling site.

Type of artificial light at night (ALAN)	Intensity of artificial light at night (nW/cm2/sr)	Amount of artificial light at night (pixels)	
		Chiang Rai sampling site	Surat Thani sampling site
1.Dark area	0 – 0.99	2,072	1,843
2. light	1 – 2.99	249	427
3. Active light	3 – 4.75	49	75
4. Build-up area light	4.76 – 16	26	50

ทั้งหมด) ดังแสดงใน Figure 2 และ Table 1

จากผลการศึกษาเบื้องต้นนี้ สรุปได้ว่าถิ่นที่อยู่อาศัยของมวนแมลงดานาชนิด *L. patruelis* ที่จังหวัดเชียงรายจะอยู่ใกล้กับมลภาวะแสงมากกว่า ในขณะที่ถิ่นที่อยู่อาศัยของมวนแมลงดานาชนิด *L. patruelis* ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานีพบว่ามีปริมาณของแหล่งมลภาวะแสงระดับท้องถิ่นที่มากกว่า ซึ่งการที่มวนแมลงดานามีถิ่นที่อยู่อาศัยที่ใกล้กับมลภาวะทางแสงที่มีความเข้มสูง มีความเป็นไปได้สูงที่มวนแมลงดานาจะได้รับผลกระทบในแง่ลบ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังในงานศึกษาของ Ho *et al*. (2009) ที่รายงานว่าการปรากฏของแหล่งมลภาวะทางแสงใกล้กับถิ่นที่อยู่อาศัยของแมลงดานา จะส่งผลให้การปรากฏของแมลงดานาในถิ่นที่อยู่อาศัยลดน้อยลง สอดคล้องกับการศึกษาหลาย ๆ งานก่อนหน้านี้ที่รายงานว่า มวนแมลงดานา เป็นแมลงที่มีความอ่อนไหวต่อมลภาวะทางแสง และมักได้รับผลกระทบในแง่ลบอย่างรุนแรงจากแสงประดิษฐ์ อาทิ การเพิ่มโอกาสแก่ผู้ล่าที่เห็นเหยื่อได้ชัดเจนขึ้น และภาวการณ์ขาดความชื้นของร่างกายอันเนื่องมาจากไม่สามารถบินออกจากรัศมีของแสงไฟประดิษฐ์ได้ เป็นต้น (Ono, 1995; Yoon *et al*., 2010; Tran *et al*., 2015; Ohba, 2018) นอกจากกลุ่มแมลงดานาแล้ว การปรากฏของแสงประดิษฐ์หรือมลภาวะทางแสง ยังมีผลกระทบแง่ลบกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ อาทิ ส่งผลให้ความชุกของแมลงน้ำและแมลงบนบกหลาย ๆ ชนิดลดลง (Perkin *et al*., 2014), ส่งผลให้การทำรังของเต่าทะเลใกล้ชายหาดลดลง (Mazor *et al*., 2013), และส่งผลให้นกอพยพเกิดความสับสนในเส้นทางอพยพมากขึ้น (Cabrera-Cruz *et al*., 2018) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ ยังเป็นการศึกษาในเบื้องต้น จำเป็นที่จะต้องสำรวจถิ่นที่อยู่อาศัยของมวนแมลงดานาชนิด *L. patruelis* ต่อไปในอนาคต เพื่อเพิ่มจำนวนจุดศึกษาให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์มากขึ้น รวมถึงการเก็บซ้ำในจุดที่มีความใกล้เมืองขนาดใหญ่ เช่น จังหวัดนครปฐมและราชบุรี ที่ไม่พบแมลงดานาในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งอาจเป็นเพราะการสำรวจถี่น้อยเกินไป หรือสำรวจในฤดูกาลที่ไม่เหมาะสม ดังนั้น การใช้ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการวิเคราะห์ศักยภาพในการอนุรักษ์มวนแมลงดาหายากชนิด *L. patruelis* จึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้วิธี Distance to nearest neighbor มาบ่งชี้ภาวะเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของ *L. patruelis* ได้

คำนิยม

บางส่วนของผลงานวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (รหัสโครงการ BDC-PG2-160010)

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

Cabrera-Cruz, S.A., J.A. Smolinsky and J.J. Buler. 2018. Light pollution is greatest within migration passage areas for nocturnally-migrating birds around the world. **Scientific Reports** 8: 3261.

Cao, C. and Y. Bai. 2014. Quantitative analysis of VIIRS DNB nightlight point source for light power estimation and stability monitoring. **Remote Sensing** 6: 11915–11935.

Ho, C., H. Kim and J.G. Kim. 2009. Landscape analysis of the effects of artificial lighting around wetland habitats on the giant water bug *Lethocerus deyrollei* in Jeju Island. Journal of **Ecology and Field Biology** 32(2): 83–86.

Jung, K. and E.K.V. Kalko. 2010. Where forest meets urbanization: foraging plasticity of aerial insectivorous bats in an anthropogenically altered environment. **Journal of Mammalogy** 91(1): 144–153.

Ma, T. 2018. An estimate of the pixel-level connection between Visible Infrared Imaging Radiometer Suite Day/Night Band (VIIRS DNB) nighttime light and land features across China. **Remote Sensing** 10(5): 723.

Mazor, T., N. Levin, H.P. Possinghama, Y. Levy, D. Rocchini, A.J. Richardson and S. Kark. 2013. Can satellite-based night lights be used for conservation? The case of nesting sea turtles in the Mediterranean. **Biological Conservation** 159: 63–72.

Menke, A.S. 1963. An overlooked Old World species of *Lethocerus* (Hemiptera: Belostomatidae). **Journal of the Kansas Entomological Society** 36: 258–259.

Ministry of the Environment of Japan. 2015. **Threatened Wildlife of Japan. Red Data Book 2014 Insecta**. Environment Agency of Japan, Tokyo (In Japanese).

Ministry of the Environment of Korea. 2009. **Korean red data book and invasive species in Korea**. Gyeonggi-do.

Ohba, S. 2018. Ecology of giant water bugs (Hemiptera: Heteroptera: Belostomatidae). **Entomological Science**: 10.1111/ens.12334.

Ono, Y. 1995. Influence of high pressure mercury-vapour lamps on some insects, with special reference to the oriental giant water bug, *Lethocerus deyrollei* and hark moths, Phingidae, Lepidoptera. **Artes Liberales** 57: 155–166 (In Japanese with English Abstract).

Perkin, E.K., F. Hölker and K. Tockner. 2014. The effects of artificial lighting on adult aquatic and terrestrial insects. **Freshwatwer Biology** 59: 368–377.

Polhemus, D.A. and J.T. Polhemus. 2013. Guide to the aquatic Heteroptera of Singapore and Peninsular Malaysia. X. Infraorder Nepomorpha-families Belostomatidae and Nepidae. **The Raffles Bulletin of Zoology** 61(1): 25–45.

Sainin, M.S. and R. Alfred. 2010. Nearest neighbour distance matrix classification. **ADMA'10: Proceedings of the 6th international conference on Advanced data mining and applications**, Part I: 114–124.

Sareein, N., J.H. Kang, S.W. Jung, C. Phalaraksh and Y.J. Bae. 2019. Taxonomic review and distribution of giant water bugs (Hemiptera: Belostomatidae: Lethocerinae) in the Palearctic, Oriental and Australian regions. **Entomological Research** 49: 462–473.

Tran, A.D., C.M. Yang and L. Cheng. 2015. **Water bugs of Singapore and Peninsular Malaysia**. Lee Kong Chian Natural History Museum, Singapore.

Yoon, T.J., D.G. Kim, S.Y. Kim, S.I. Jo and Y.J Bae. 2010. Light-attraction flight of the giant water bug, *Lethocerus deyrolli* (Hemiptera: Belostomatidae), an endangered wetland insect in East Asia. **Aquatic Insects** 32(3): 195–203.