ความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นในป่าธรรมชาติและตามแนววางท่อก๊าซธรรมชาติ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

อรวรรณ วรรณศรี* และ ทวีศักดิ์ บุญเกิด
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ
*orawan32@yahoo.com

Abstract: Diversity of Ferns and Fern Allies in Natural Forest and along the Natural Gas Pipeline in Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province (Orawan Vannasri and Thaweesakdi Boonkerd Chulalongkorn University) The diversity of ferns and fern allies has been assessed along the natural gas pipeline in Thong Pha Phum District, Kanchanaburi Province from October 2001 to August 2002. A total of twenty-four sampling plots of 20 m X 20 m (4, 5 X 20 m subplots inside) have been established from KP 0 to KP 33. The diversity of ferns and fern allies in disturbed (along gas pipeline) and undisturbed (natural forest) areas was determined by counting the individuals in each subplot. Species richness and species diversity were estimated using Margalef and Shannon-Weiner diversity indices, respectively. Species similarity was also investigated using Jaccard's coefficient. Other physical factors related to pteridophyte diversity were examined including altitude, soil pH, %soil water content, soil bulk density, %soil organic matter, soil texture and light intensity (%PAR). Species richness and species diversity of natural forests were higher than those along the natural gas pipeline with the only exceptions being at KP 6 and KP 9. Low or nil values of Jaccard's coefficient was observed indicating different species of pteridophytes in natural forests compared with those found along the gas pipeline. Margalef and Shannon diversity indices were positive and significantly correlated with %soil water content, but a negative significant correlation was observed with light intensity (%PAR). Moreover, a significant correlation between soil pH and the Shannon diversity index was also found. Canonical discriminant analysis was employed to reveal differences of physical environmental factors between the disturbed and undisturbed areas. It was found that soil pH and light intensity (%PAR) were the two most important factors in this regard.

Key words: Kanchanaburi Province, ferns, fern allies, pteridophyte

บทนำ

อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติห้วยเขย่ง และป่าเขาช้างเผือก ในเขตอำเภอทองผาภูมิ และอำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี มีพื้นที่ประมาณ 1,120 ตารางกิโลเมตร มีสภาพป่าหลายแบบ คือ ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบเขา (กรมป่าไม้, ม.ป.ป.) พื้นที่ดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของผืนป่าภาคตะวันตก จากการตรวจเอกสารพบว่าไม่เคยมีการศึกษาเกี่ยวกับพรรณไม้ในพื้นที่นี้และพื้นที่บางส่วนถูกรบกวนจากการให้สัมปทานทำเหมืองแร่ดีบุกและวุลแฟลม สัมปทานทำไม้ และใช้พื้นที่เพื่อการเกษตรกรรมนอกจากนี้การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยได้วางแนวท่อก๊าซธรรมชาติจากแหล่งยาดานาประเทศสหภาพพม่า ซึ่งแนวท่อก๊าซได้พาดผ่านพื้นที่อุทยานกว่า 50 กิโลเมตร โดยมีจุดเริ่มต้นของแนวท่อที่บ้านอีต่อง (KP 0) และจุดสิ้นสุดที่พาดผ่านอุทยานคือบ้านไร่ป้า (KP 38) ก่อนที่แนวท่อจะต่อไปยังโรงงานไฟฟ้าร่วมจังหวัดราชบุรี รวมระยะทางทั้งสิ้น 238.5 กิโลเมตรแนววางท่อก๊าซธรรมชาติมีความกว้างประมาณ 20 เมตร การวางท่อก๊าซธรรมชาติได้แล้วเสร็จเมื่อเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2541 การวางท่อก๊าซได้ทำการขุดเปิดหน้าดินเพื่อฝังท่อลงไปประมาณ 3 เมตรแล้วกลบดินใหม่ หลังจากนั้นได้มีการฟื้นฟูสภาพพื้นที่โดยมีการปลูกพรรณไม้ต่างๆ ในพื้นที่แนววางท่อ (Petroleum Authority of Thailand, 1997) จึงมีความน่าสนใจศึกษาว่าพื้นที่ที่ถูกรบกวนนั้นมีความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นอย่างไรโดยเปรียบเทียบกับพื้นที่ป่าธรรมชาติที่อยู่ใกล้เคียงเนื่องจากเฟิร์นและพืช

ใกล้เคียงเฟิร์นมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพสิ่งแวดล้อมจึงน่าที่จะใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงสภาพพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงได้

วิธีการ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการสำรวจความหลากหลายของเทอริโดไฟต์ บริเวณแนววางท่อก๊าซธรรมชาติและป่าธรรมชาติที่อยู่ใกล้เคียง ในพื้นที่อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี โดยทำการศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 ได้วางแปลงเริ่มจาก KP 0 ถึง KP 33 โดยวางแปลงห่างกันประมาณ 3 กิโลเมตร จำนวน 12 แปลง ตามแนววางท่อก๊าซฯ และอีก 12 แปลง ในพื้นที่ป่าธรรมชาติบริเวณใกล้เคียงและมีความสมบูรณ์ที่สุด รวม 24 แปลง โดยวางแปลงตัวอย่างขนาด 20 X 20 ตารางเมตร (แบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 5 X 20 ตารางเมตร จำนวน 4 แปลงย่อย) ใช้เข็มทิศกำหนดแนวแปลง ทิศเหนือ-ใต้ และทิศตะวันออก-ตะวันตก เก็บข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1.) เก็บตัวอย่างเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์น นับจำนวนชนิดจำนวนต้นของแต่ละชนิดและตรวจสอบหาชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องจาก Tagawa and Iwatsuki (1979, 1985, 1988, 1989) และเอกสารพรรณพฤกษชาติของประเทศเพื่อนบ้าน

2.) เก็บข้อมูลปัจจัยทางกายภาพได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และปริมาณน้ำฝนได้รวบรวมเป็นรายเดือนจากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่ตั้งอยู่ใกล้พื้นที่ศึกษามากที่สุด

3.) วัดค่าความเข้มแสงโดยวัด Photosynthetically Active Radiation (PAR) ในแต่ละแปลงย่อยที่ระดับยอดของเฟิร์น dominant species และวัดค่าความเข้มแสงกลางแจ้งที่ความสูง 1 เมตรจากระดับดินโดยใช้ quantum photometer และคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์แสงกลางแจ้งที่แผ่ไปที่ยอดของเฟิร์น

4.) สุ่มเก็บตัวอย่างดิน 4 ตัวอย่างจากแปลงย่อย ที่ระดับความลึก 0-15 เซนติเมตร โดยใช้ soil core เพื่อศึกษาความเป็นกรด-เบสของดิน (pH) โดยใช้ pH meter ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน โดยใช้ Walkley and Black Rapid Titration method ปริมาณน้ำในดิน (soil water content) ความหนาแน่นของดิน (bulk soil density) โดยใช้วิธี core method และลักษณะเนื้อดินโดยใช้ hydrometer method

5.) วิเคราะห์ข้อมูลจากแปลงตัวอย่าง ได้แก่ ค่าความเข้มแสง สมบัติบางประการของดิน และข้อมูลความหลากหลายของเฟิร์นซึ่งจะใช้ species richness index และ species diversity index โดยจะวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างแปลงที่ศึกษา

ผลการวิจัย

1. ความหลากหลายทางด้านอนุกรมวิธานของเทอริโดไฟต์

ผลการสำรวจเทอริโดไฟต์ในป่าธรรมชาติและตามแนววางท่อก๊าซฯ (ตารางที่ 1) เก็บตัวอย่างได้จำนวน 90 หมายเลข ซึ่งจำแนกเป็นเฟิร์นจำนวน 46 ชนิด จัดไว้ใน 31 สกุล 17 วงศ์ และเป็นพืชใกล้เคียงเฟิร์นจำนวน 3 ชนิด จัดไว้ใน 3 สกุล 2 วงศ์ โดยพบเทอริโดไฟต์ในป่าธรรมชาติจำนวน 43 ชนิด จัดเป็นพืชกลุ่มเฟิร์น 41 ชนิด กลุ่มใกล้เคียงเฟิร์น 2 ชนิด และที่พบตามแนววางท่อก๊าซฯ จัดเป็นพืชกลุ่มเฟิร์นจำนวน 14 ชนิด กลุ่มใกล้เคียงเฟิร์น 1 ชนิด และพบว่ามีเฟิร์นที่พบได้ทั้งในป่าธรรมชาติและตามแนววางท่อก๊าซฯ จำนวน 11 ชนิด บริเวณที่พบเทอริโดไฟต์มากที่สุดคือป่าธรรมชาติที่ KP 3 พบทั้งสิ้น 16 ชนิด 13 สกุล 8 วงศ์ และบริเวณแปลงที่ไม่มีเทอริโดไฟต์ขึ้นอยู่ คือ ตามแนววางท่อก๊าซฯ KP 27, KP 30 และ KP 33

2. ความหลากหลายของเทอริโดไฟต์กับความสูงจากระดับน้ำทะเล

จากการศึกษาความหลากหลายด้านอนุกรมวิธานของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นในแปลงตัวอย่างจำนวน 24 แปลง พบว่าในพื้นที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 700 เมตร จะมีความหลากหลายของจำนวนวงศ์ สกุล และชนิดมากที่สุด สามารถสรุปได้ว่าความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 700 เมตร ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงเนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนต่อปีสูงจะมีความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นสูงเมื่อเทียบกับพื้นที่ต่ำกว่าลงมา (ภาพที่ 1)

ตารางที่ 1. เทอริโดไฟต์ที่พบในแปลงศึกษาตามแนววางท่อก๊าซฯ และป่าธรรมชาติที่อยู่ใกล้เคียง ที่ KP 0 - KP 33

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	บริเวณที่พบ	ถิ่นอาศัย
พืชใกล้เคียงเฟิร์น			
Lycopodiaceae			
Huperzia phlegmaria (L.) Rothm.	ช้องนางคลี่	2	E
Lycopodiella cernua (L.) Pic. Serm.	สามร้อยยอด, กูดขน	1	T
Selaginellaceae			
Selaginella minutifolia Spring	กูดยี	1	T
เฟิร์น			
Adiantaceae			
Adiantum flabellulatum L.	-	2	T
Adiantum philippense L.	เฟิร์นก้านดำฟิลิปปินส์	1, 2	T
Cheilanthes tenuifolia (Burm. F.) Sw.	-	2	T
Pityrogramma calomelanos (L.) Link.	เฟิร์นท้องใบเงิน	1	T
Aspleniaceae			
Asplenium yoshinagae Makino	-	2	E
Blechnaceae			
Blechnum orientale L.	กูดข้างฝ่าน, กูดดอย	1, 2	T
Davalliaceae			
Araiostegia imbricata Ching	-	2	E
Davallia trichomanoides Blume var. *trichomanoides*	นาคราชสีชมพู	2	E
Dennstaedtiaceae			
Microlepia speluncae (L.) T. Moore	กูดผี, โหราผักกูด	1, 2	T
Microlepia strigosa (Thunb.) C. Presl	-	1, 2	T
Pteridium aquilinum var. *wightianum* (J. Agardh) R.M. Tryon	กูดเกี๊ยะ	1, 2	T
Dryopteridaceae			
Tectaria impressa (Fée) R. C. Moran	กูดกวาง, กูดหก	2	T
Tectaria polymorpha (Wall. ex Hook.) Copel.	กูดแก้ว, กูดแต้ม	1, 2	T
Gleicheniaceae			
Dicranopteris linearis (Burm.f.) Underw. var. *linearis*	กูดหมึก, โชน	1, 2	T
Lindsaeaceae			
Lindsaea ensifolia Sw.	หางนกกะลิง	1, 2	T
Sphenomeris chinensis (L.) Maxon var. *chinensis*	-	1	T
Lomariopsidaceae			
Bolbitis appendiculata (Willd.) K. Iwats.	-	2	T
Ophioglossaceae			
Ophioglossum petiolatum L.	-	2	T
Polypodiaceae			
Belvisia spicata (L.f.) Mirbel ex Copel.	-	2	E
Crypsinus cruciformis (Ching) Tagawa	-	2	E

ตารางที่ 1. (ต่อ)

ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	บริเวณที่พบ	ถิ่นอาศัย
Lepisorus scolopendrium (Buch.-Ham. ex D. Don) Mehra & Bir	-	2	E
Loxogramme centicola (D. Don) C. Presl	-	2	E
Goniophlebium subauriculatum Blume	-	2	E
Pyrrosia lingua (Thunb.) Farw. var. *lingua*	-	2	E
Pyrrosia nuda (Giesenh.) Ching	-	2	E
Pyrrosia sp.	-	2	E
Pteridaceae			
Pteris biaurita L.	กูดหางค่าง	1, 2	T
Pteris cretica L.	กูดผีเสือ	2	T
Pteris tripartita Sw.	-	2	T
Pteris venusta Kunze	-	2	T
Pteris vittata L.	กูดหมาก, กูดตาด	1, 2	T
Schizaeaceae			
Lygodium flexuosum (L.) Sw.	กูดงอดแงด, ลิเภาใหญ่	2	T
Lygodium polystachyum Wall. ex T. Moore	กูดเคือ, ลิเภาย่อง	2	T
Lygodium salicifolium C. Presl	ย่านลิเภา	2	T
Thelypteridaceae			
Amphineuron immersum (Blume) Holttum	-	2	T
Amphineuron opulentum (Kaulf.) Holttum	-	2	T
Amphineuron terminans (J. Sm.) Holttum	-	2	T
Christella arida (D. Don) Holttum	-	1, 2	T
Christella dentata (Forssk.) Holttum	-	2	T
Christella papilio (C. Hope) Holttum	-	2	T
Cyclosorus hirtisorus (C. Chr.) Ching	-	1, 2	T
Pronephrium nudatum (Roxb.) Holttum	กูดแดง	2	T
Woodsiaceae			
Diplazium esculentum (Retz.) Sw.	หัสดำ, กูดกิน	2	T

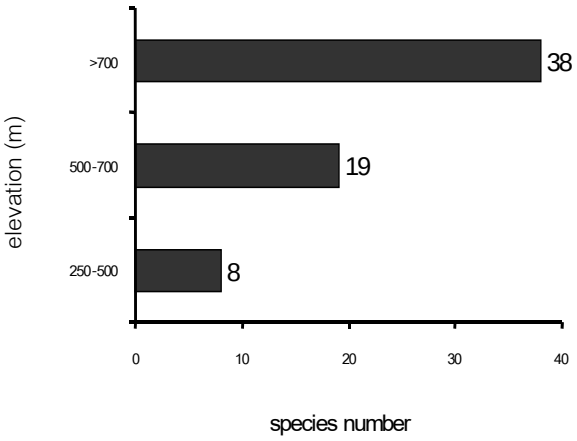
Note : T = Terestrail, E = Epiphyte

1 = พบตามแนววางท่อก๊าซฯ, 2 = พบในป่าธรรมชาติ

3. ข้อมูลปัจจัยทางกายภาพ

การศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาบริเวณบ้านอีต่อง ตำบลปิล๊อก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งตั้งอยู่ที่ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 880 เมตร เพิ่งเริ่มมีการเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา จึงได้ข้อมูลของปี พ.ศ. 2544 และ ปี พ.ศ. 2545 ได้แก่ อุณหภูมิ และปริมาณน้ำฝน และข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจอากาศ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นที่สูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ยปานกลางประมาณ 200 เมตร

3.1 อุณหภูมิ ข้อมูลอุณหภูมิของบ้านอีต่อง ตำบลปิล๊อก อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2546) มีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยรายปี 22.6 °C โดยมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 31.7°C อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุด 13.2°C พบว่าเดือนเมษายน เป็นเดือนที่มีอากาศร้อนที่สุด มีอุณหภูมิเฉลี่ย 32°C และในเดือนกุมภาพันธ์

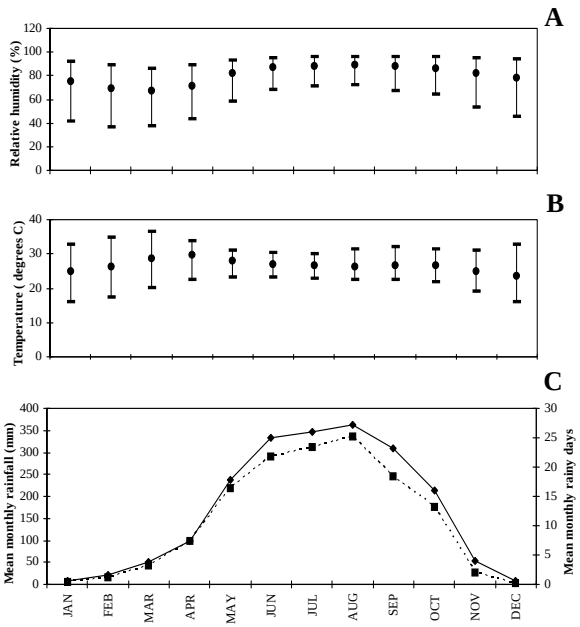


ภาพที่ 1. จำนวนชนิดของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นที่พบในแต่ละช่วงระดับความสูง

เป็นเดือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 13.2°C บริเวณอำเภอทองผาภูมิมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ย 26.6°C โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 32.7°C และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 20.7°C เดือนที่มีอากาศร้อนและสูงกว่า 40°C คือ เดือนมีนาคมและเดือนพฤษภาคม ส่วนเดือนที่มีอากาศเย็นต่ำกว่า 20°C คือเดือนมกราคม -กุมภาพันธ์ และเดือนพฤศจิกายน - ธันวาคม (ภาพที่ 2B)

3.2 ปริมาณน้ำฝน บริเวณอำเภอทองผาภูมิมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,775 มิลลิเมตร และมีจำนวนวันที่ฝนตกต่อปี 154 วัน เดือนที่มีปริมาณฝนตกมากที่สุดคือเดือนสิงหาคม (ภาพที่ 2C) ส่วนพื้นที่บริเวณบ้านอีต่องอำเภอทองผาภูมิมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 5,619 มิลลิเมตร และมีจำนวนวันที่ฝนตก 176 วัน เดือนที่มีปริมาณน้ำฝนมากที่สุดคือ เดือนสิงหาคม วัดได้เฉลี่ย 1,493.05 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนต่ำที่สุดอยู่ในเดือนธันวาคม วัดได้ 10.57 มิลลิเมตร

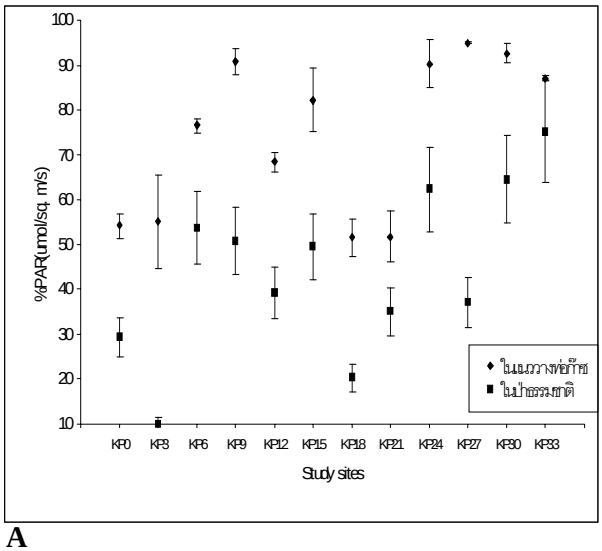
3.3 ความชื้นสัมพัทธ์ จากสถานีตรวจอากาศอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (ภาพที่ 2A) จะเห็นได้ว่าบริเวณอำเภอทองผาภูมิเป็นพื้นที่หนึ่งที่มีความชื้นในอากาศสูง มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 80% เดือนที่มีความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศสูงกว่า 80% คือ เดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน ความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่า 90% พบในเดือนมกราคม และเดือนพฤษภาคมถึงธันวาคม ส่วนเดือนที่สภาพอากาศค่อนข้างแห้งจะพบในเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 69% และ 67% ตามลำดับ



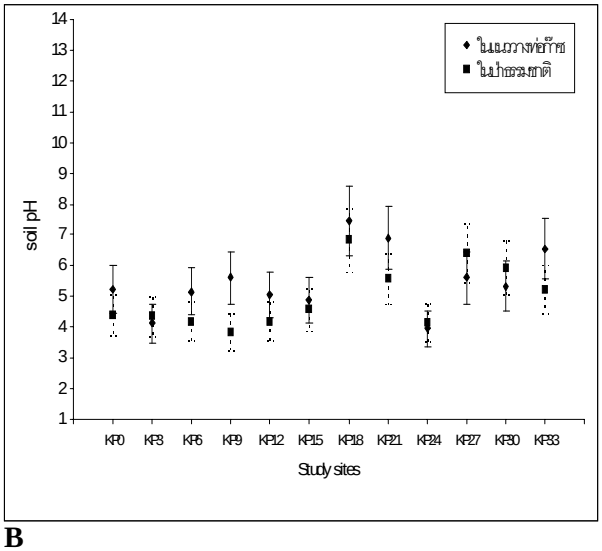
ภาพที่ 2. ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยาในช่วงปี 2515 - 2545 จากสถานีตรวจอากาศอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา) A=แสดงความชื้นสัมพัทธ์, B= แสดงอุณหภูมิ, C=แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย/ปี

4. การศึกษาความเข้มแสง

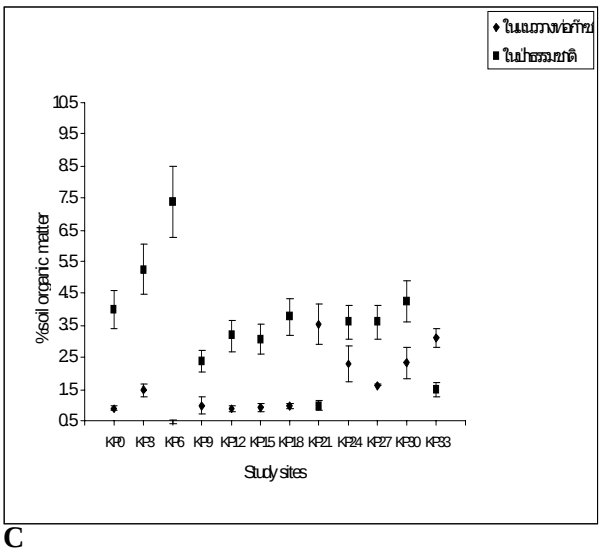
พบว่าตามแนววางท่อก๊าซฯ ตั้งแต่ KP 0 — KP 33 มีค่าความเข้มแสงสูงกว่าในป่าธรรมชาติ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยบริเวณป่าธรรมชาติ KP 3 มีความเข้มแสงน้อยที่สุดและบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ KP 30 มีค่าความเข้มแสงสูงสุด (ภาพที่ 3A) เนื่องจากบริเวณตามแนววางท่อก๊าซฯ มีสภาพพื้นที่ค่อนข้างเปิดโล่ง ในขณะที่ป่าธรรมชาติมีไม้ต้นขึ้นบังแสงจึงทำให้บริเวณดังกล่าวได้รับแสงน้อยกว่า ทำให้ชนิดของเทอริโดไฟต์ที่พบในป่าธรรมชาติกับแนววางท่อก๊าซฯ แตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่ามีเทอริโดไฟต์ชนิดที่เด่นในพื้นที่แนววางท่อก๊าซฯ คือ *Dicranopteris linearis* var. *linearis*, *Pteridium aquilinum* var. *wightianum* และ *Pityrogramma calomelanos* และชนิดเด่นที่พบในบริเวณป่าธรรมชาติที่อยู่ใกล้เคียง คือ *Pteris biaurita* และ *Tectaria polymorpha* ซึ่งเทอริโดไฟต์ส่วนใหญ่ที่พบตามแนววางท่อก๊าซฯ จากการศึกษาครั้งนี้เป็นพวกที่ขึ้นบนดินบริเวณที่ได้รับแสงโดยตรงตามที่ Holttum (1954), Boonkerd (1996) และ ทวีศักดิ์ (2541) ได้สรุปไว้ เทอริโดไฟต์ดังกล่าวเป็นชนิดเบิกนำ มักจะพบใน



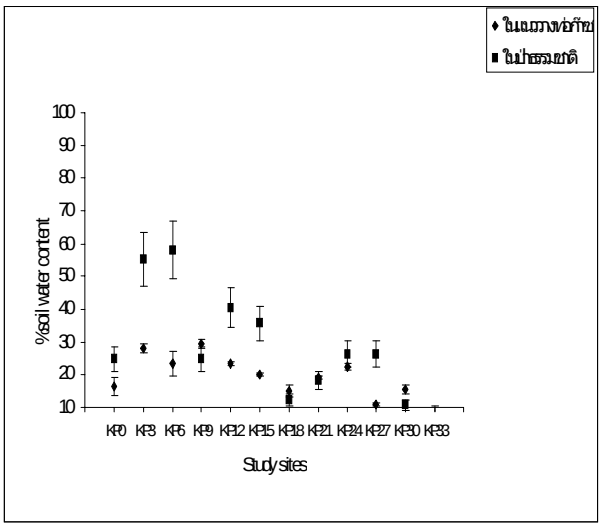
A



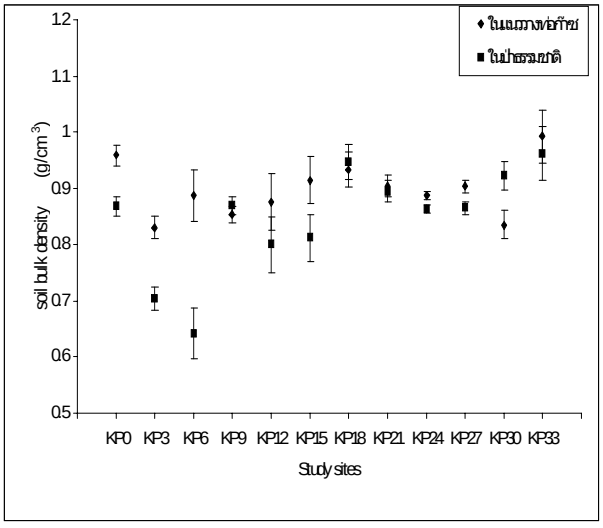
B



C



D



E

ภาพที่ 3. แสดงผลการศึกษาปัจจัยทางกายภาพในแปลงตัวอย่างบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และในป่าธรรมชาติตั้งแต่ KP 0-KP 33

A ค่าเฉลี่ย %PAR (μmol/ m^2/s) ±SE

B ค่าเฉลี่ย soil pH ±SE

C ค่าเฉลี่ย %soil organic matter ±SE

D ค่าเฉลี่ย %soil water content r ±SE

E ค่าเฉลี่ย soil bulk density ±SE

พื้นที่ที่ถูกรบกวนโดยการตัดต้นไม้ในป่าธรรมชาติทำให้ลักษณะเช่นนี้สปอร์ของเทอริโดไฟต์ชนิดเบิกนำสามารถเจริญได้ดี

5. การศึกษาค่าความเป็น กรด-เบส ของดิน (soil pH)

จากการศึกษาค่าความเป็นกรด-เบส ของดินในบริเวณป่าธรรมชาติและตามแนววางท่อก๊าซฯ พบว่าโดยส่วนใหญ่แล้วดินในบริเวณป่าธรรมชาติมีค่าความเป็นกรด–เบส สูงกว่าบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และยังพบว่าแต่ละบริเวณที่ศึกษาค่า soil pH จะมีความแตกต่างกันไปแต่ไม่มีความเกี่ยวเนื่องกัน ซึ่งค่า soil pH ที่มีการศึกษาทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.8-7.5 และในการศึกษาครั้งนี้พบว่าบริเวณป่าธรรมชาติมีความหลากหลายของเทอริโดไฟต์มากกว่าตามแนววางท่อก๊าซฯ (ภาพที่ 3B)

6. การศึกษาค่าอินทรีย์วัตถุในดิน (organic matter, om)

ค่าเฉลี่ย %soil organic matter บริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และในป่าธรรมชาติตั้งแต่ KP 0- KP 33 พบว่าที่ KP 0, KP 3, KP 6, KP 12, KP 15, KP 18, KP 24, KP 27 และ KP 30 บริเวณป่าธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย %soil organic matter สูงกว่าบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในขณะที่ KP 21 และ KP 33 พบว่าแนววางท่อก๊าซฯ มีหญ้าขึ้นปกคลุมพื้นที่มากส่วนในพื้นที่ป่าธรรมชาติมีไม้ต้นขึ้นปกคลุม พื้นล่างค่อนข้างโปร่ง จึงอาจเป็นไปได้ว่าบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ มีการทับถมของอินทรีย์วัตถุได้มากเช่นกัน บริเวณที่มีค่าเฉลี่ย %soil organic matter สูงสุดคือป่าธรรมชาติที่ KP 6 มีค่าเท่ากับ 7.40 ส่วนบริเวณที่มีค่าเฉลี่ย %soil organic matter ต่ำที่สุดคือแนววางท่อก๊าซ KP 6 มีค่าเท่ากับ 0.48 (ภาพที่ 3C) ซึ่งวัชนะ (2542) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวัลยชาติและปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินพบว่า ค่า organic matter ในดินมีแนวโน้มลดลง ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดและความหนาแน่นของวัลยชาติก็ลดลงเช่นกัน (วัชนะ, 2542) และจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าโดยส่วนใหญ่ในป่าธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย %soil organic matter สูงกว่าตามแนววางท่อก๊าซฯ ซึ่งจะมีผลต่อการเจริญและชนิดของพืชที่พบในพื้นที่ แต่เนื่องจากเฟิร์นบางชนิดเป็นพืชที่สามารถขึ้นได้แม้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำจึงพบว่าแม้บริเวณที่มีค่าเฉลี่ย %soil organic matter ต่ำก็ยังคงมีเฟิร์นบางชนิดขึ้นอยู่ได้ แต่บางพื้นที่มีค่าเฉลี่ย %soil organic matter มากกว่าอาจไม่มีเฟิร์นขึ้นอยู่เลย จากลักษณะที่ปรากฏเช่นนี้อาจเนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างประกอบกันนอกเหนือจากความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Kama et al., 2002)

7. การศึกษาค่า %soil water content

ค่าเฉลี่ย %soil water content พบว่าที่บริเวณ KP 0, KP 3, KP 6, KP 9, KP 12, KP 15 และ KP 27 บริเวณป่าธรรมชาติมีค่าเฉลี่ย %soil water content สูงกว่าบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากในป่าธรรมชาตินั้นมีไม้ต้นและไม้พุ่มขึ้นปกคลุมจึงทำให้มีการดูดซับน้ำไว้ได้มากกว่าในบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ ส่วนที่บริเวณ KP 18, KP 21, KP 24, KP 30 และ KP 33 พบว่าค่าเฉลี่ย %soil water content ในแนววางท่อก๊าซฯ กับในป่าธรรมชาติไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ บริเวณที่มีค่าเฉลี่ย %soil water content สูงสุดคือบริเวณป่าธรรมชาติที่ KP 6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.16% และบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ ที่ KP 33 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.94% (ภาพที่ 3D) ซึ่งความชื้นในดินจะสัมพันธ์กับลักษณะเนื้อดิน โดยพบว่าดินที่มีลักษณะเนื้อดินแบบ clay นั้นจะเป็นดินเนื้อละเอียด อนุภาคของดินมีขนาดเล็กซึ่งทำให้การระบายน้ำในดินไม่ดีมีน้ำขังอยู่ในช่องในดินจึงพบว่าเป็นดินที่มีความชื้นมากที่สุด และดินที่มีลักษณะเนื้อดินแบบ sandy clay loam, loam, loamy sand, sandy loam จะมีความชื้นในดินลดลง ตามลำดับ (สสวท., 2002) แต่ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ด้วย เช่น สภาพแวดล้อม โดยหากสภาพพื้นที่เป็นพื้นที่เปิดโล่งถึงแม้ว่าจะมีลักษณะเนื้อดินเป็นแบบ clay แต่คุณสมบัติในการอุ้มน้ำจะลดลง ซึ่งพืชในกลุ่มเฟิร์นโดยส่วนใหญ่แล้วมีความต้องการความชื้นในดินค่อนข้างสูง (Boonkerd, 1996)

8. การศึกษาความหนาแน่นรวมของดิน (soil bulk density)

จากการศึกษาค่าเฉลี่ย soil bulk density (g/cm^3) บริเวณป่าธรรมชาติและตามแนววางท่อก๊าซฯ

พบว่าโดยส่วนใหญ่ตามแนววางท่อก๊าซฯ มีค่าเฉลี่ย soil bulk density สูงกว่าในป่าธรรมชาติ ซึ่งบริเวณที่มีค่าเฉลี่ย soil bulk density สูงสุดคือบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ ที่ KP 33 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.99 และบริเวณที่มีค่าเฉลี่ย soil bulk density ต่ำสุดคือบริเวณป่าธรรมชาติที่ KP 6 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.64 (ภาพที่ 3E) ซึ่งวัชนะ (2542) ได้ศึกษาพบว่าวัลยชาติบริเวณป่าผลัดใบจะมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความหนาแน่นรวมของดิน คือเมื่อความหนาแน่นรวมของดินเพิ่มขึ้นค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดวัลยชาติและความหนาแน่นเฉลี่ยของวัลยชาติจะมีแนวโน้มลดลงในการศึกษาครั้งนี้ก็พบว่าความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นในป่าธรรมชาติที่มีค่า soil bulk density ต่ำกว่าตามแนววางท่อก๊าซฯ มีความหลากหลายมากกว่าตามแนววางท่อก๊าซฯ

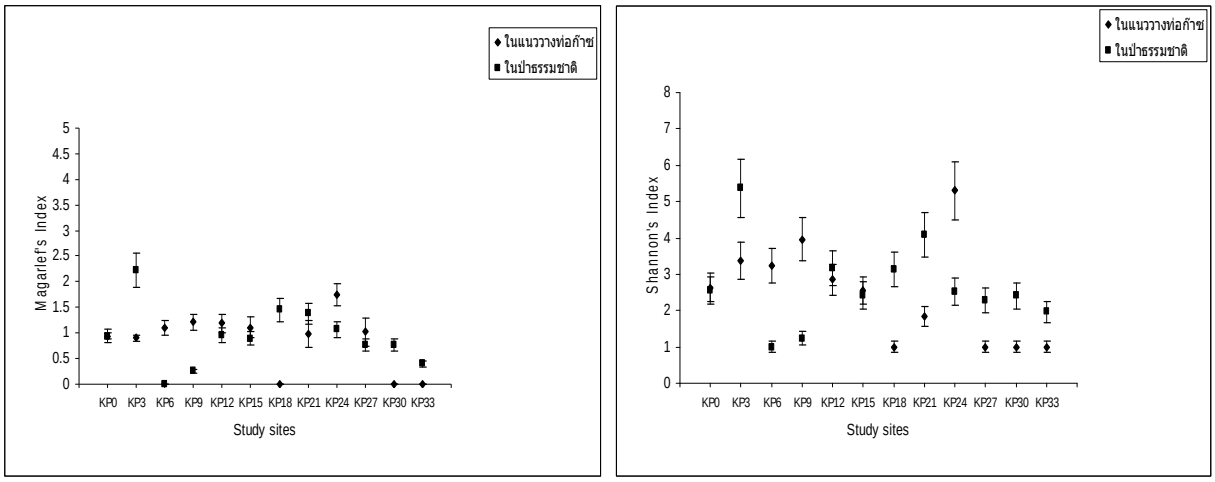
9. การศึกษาลักษณะเนื้อดิน (soil texture)

บริเวณแนววางท่อก๊าซฯ ลักษณะเนื้อดินส่วนใหญ่จะมีอนุภาคทรายเป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ Sandy Loam (SL) หรือ Loam Sand (LS) ซึ่งต่างจากพื้นที่ป่าธรรมชาติซึ่งจะมีอนุภาคทรายแป้งหรืออนุภาคดินเหนียวเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ Loam (L), Clay Loam (CL), Clay (C) ยกเว้นบริเวณ KP 12, KP 15 และ KP 27 ที่พื้นที่ทั้งสองบริเวณมีลักษณะเนื้อดินเหมือนกัน ซึ่งจากลักษณะเนื้อดินสามารถบอกได้ถึงคุณสมบัติในการอุ้มน้ำของดินซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการนำน้ำไปใช้ของต้นพืชโดยพบว่าดินบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ ส่วนใหญ่มีเนื้อดินแบบ Sandy Loam ซึ่งเป็นดินที่มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำต่ำซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการเก็บความชื้นในดินทำให้ดินในบริเวณดังกล่าวมีความชื้นในดินต่ำด้วย ส่วนในบริเวณอื่นที่มีลักษณะดินเป็นแบบ Clay, Sandy Clay Loam, Loam, Loamy Sand ก็จะมีคุณสมบัติการอุ้มน้ำลดลงตามลำดับ

10. ความหลากหลายของเทอริโดไฟต์

การศึกษาความหลากหลายของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นโดยใช้ species richness index โดยคำนวณหาค่า Margalef's index และค่า species diversity index โดยใช้สมการ Shannon's index พบว่าทั้งค่า species richness index (ภาพที่ 4A) และค่า species diversity index (ภาพที่ 4B) ให้ผลเช่นเดียวกัน คือ บริเวณที่มีค่าสูงที่สุดคือบริเวณป่าธรรมชาติ KP 3 บริเวณที่มีค่าต่ำได้แก่ ในป่าธรรมชาติ KP 6, KP 30 และตามแนววางท่อก๊าซฯ ที่ KP 18, KP 30 และ KP 33 เนื่องจากจำนวนของเฟิร์นและพืชใกล้เคียงเฟิร์นที่พบในแปลงศึกษามีน้อยมากหรือในบางแปลงไม่มีเฟิร์นขึ้นเลย บริเวณป่าธรรมชาติ KP 3 พบว่ามีค่า species diversity index สูงที่สุดเนื่องจากเป็นบริเวณที่มีต้นไม้อยู่หนาแน่นและมีเฟิร์นอิงอาศัยขึ้นอยู่จึงทำให้มีความหลากหลายสูงกว่าบริเวณอื่นๆ และจากการศึกษาพบว่าบริเวณป่าธรรมชาติบริเวณ KP 0, KP 3, KP 6 มีเฟิร์นอิงอาศัยขึ้นอยู่โดย KP 0 มีไม่มากนัก และ KP 6 พบเฟิร์นอิงอาศัยเพียงชนิดเดียว บริเวณ KP 3 พบเฟิร์นอิงอาศัยมากที่สุด ซึ่งจากการศึกษาปัจจัยทางกายภาพและสภาพพื้นที่พบว่าบริเวณป่าธรรมชาติ KP 3 มีความสมบูรณ์ของสภาพป่าสูงสุด ซึ่งเฟิร์นอิงอาศัยสามารถใช้เป็นดัชนีบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศมลภาวะ และสภาพแวดล้อมว่ามีการถูกทำลายไปหรือไม่ (อ้างถึงใน Barthlott et al., 2001) ซึ่งพืชกลุ่มนี้จะดำรงชีวิตอยู่ได้ในพื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูงหรือมีกลไกในการปรับตัวให้ทนแล้งหรือหนีแล้งในช่วงภาวะวิกฤตของพืชอิงอาศัยคือช่วงฤดูแล้ง (Benzing, 1990)

การศึกษาความเหมือนของชนิดเทอริโดไฟต์ในแปลงตัวอย่างตามแนววางท่อก๊าซฯ และป่าธรรมชาติและค่า similarity coefficient ของแต่ละ KP ซึ่งคำนวณจากชนิดที่พบหรือไม่พบ โดยใช้ Jaccard coefficient พบว่าค่า similarity coefficient ที่ KP 0, KP 3, KP 6, KP 24, KP 27, KP 30 และ KP 33 มีค่าเป็นศูนย์ บริเวณที่มีค่า similarity coefficient สูงที่สุดคือที่ KP 9, KP 15 และ KP 21 โดยมีค่าเท่ากับ 0.22 ที่ KP 18 มีค่า similarity coefficient เท่ากับ 0.14 และเมื่อพิจารณาจากเทอริโดไฟต์ที่สำรวจพบทั้งหมดจากพื้นที่ศึกษาพบว่ามีค่า similarity coefficient เท่ากับ 0.23 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในแต่ละ KP ที่ศึกษามีค่า species similarity coefficient น้อยมาก แสดงให้เห็นว่าชนิดของเทอริโดไฟต์ที่พบในป่าธรรมชาติและตามแนววางท่อก๊าซฯ มีความแตกต่างกัน โดยมักจะพบชนิดที่เหมือนกันน้อยมาก ซึ่งการที่พบชนิดเหมือนกันอาจเนื่องมาจากแปลงตัวอย่างที่ศึกษาในป่าธรรมชาติบริเวณริมหรือขอบแปลงเป็นพื้นที่เปิดโล่ง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าเทอริโดไฟต์ที่พบในป่าธรรมชาติกับตามแนววางท่อก๊าซฯ ต่างกลุ่ม



A **B**

ภาพที่ 4. A ค่าเฉลี่ย Margalef's index ±SE ในแปลงตัวอย่าง บริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และในป่าธรรมชาติตั้งแต่ KP 0 - KP 33
B ค่าเฉลี่ย Shannon's index ±SE ในแปลงตัวอย่าง บริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และในป่าธรรมชาติตั้งแต่ KP 0 - KP 33

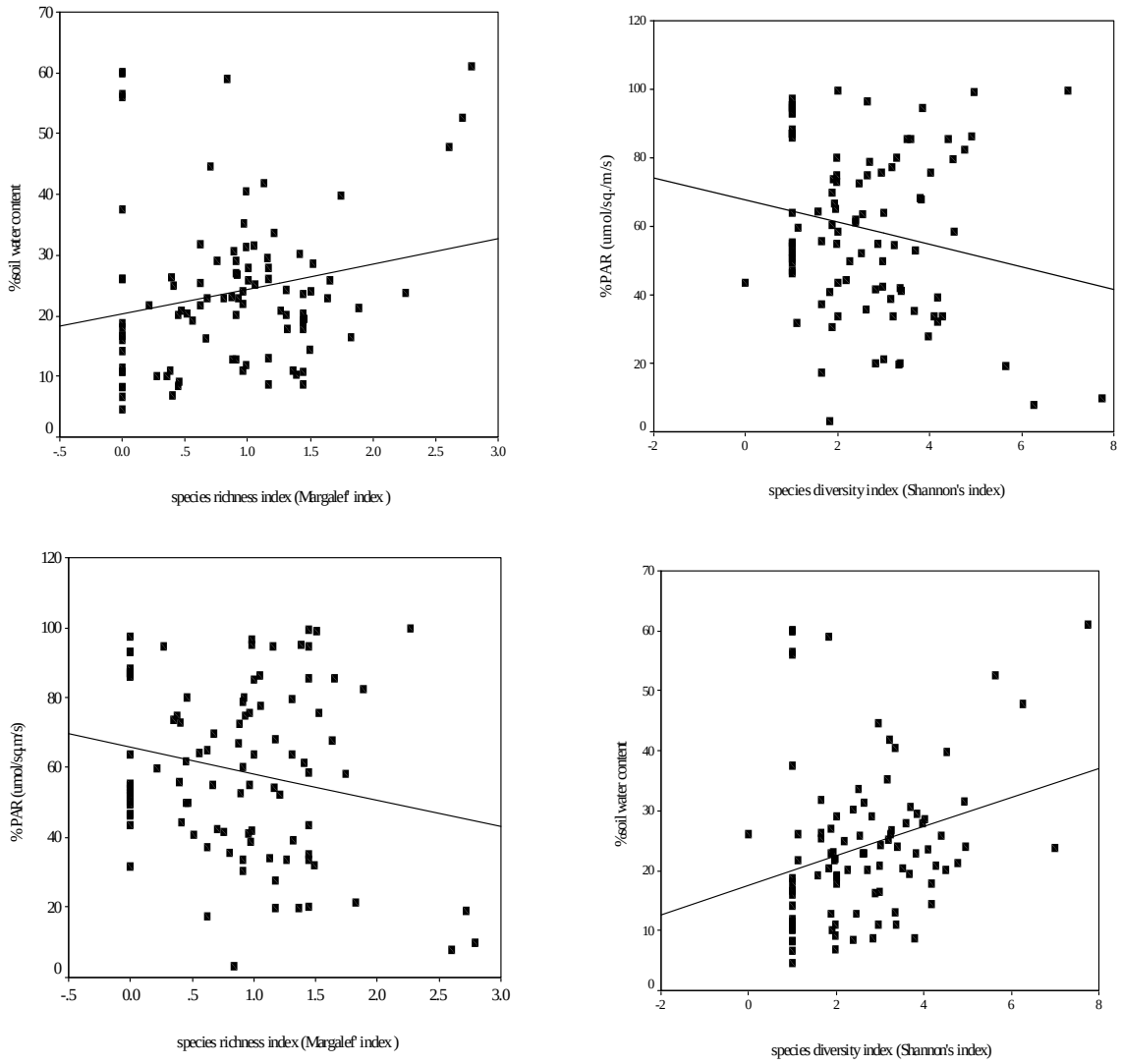
กัน คือชนิดที่พบตามแนววางท่อก๊าซฯ จะเป็นชนิดที่พบบริเวณที่ได้รับแสงกลางแจ้งได้ซึ่งส่วนใหญ่จะพบบริเวณพื้นที่ถูกรบกวน เช่น จากการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อทำถนนส่วนชนิดที่พบในป่าธรรมชาติที่แท้จริง (forest pteridophytes) จะไม่สามารถเจริญในพื้นที่กลางแจ้งได้ เนื่องจากมีโครงสร้างที่แตกต่างไปจากชนิดที่พบในพื้นที่ถูกรบกวน (Boonkerd, 1996; ทวีศักดิ์, 2541) เช่น มีลักษณะแผ่นใบที่บางและมีขนาดกว้าง ส่วนชนิดที่พบในพื้นที่ถูกรบกวนส่วนใหญ่จะมีแผ่นใบที่คล้ายแผ่นหนัง แผ่นใบด้านบนเป็นมันช่วยในการสะท้อนแสง แผ่นใบมักเป็นเส้นขนาดเล็ก หรือเป็นใบประกอบที่ใบย่อยมีขนาดเล็ก

11. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพกับความหลากหลายของเทอริโดไฟต์

จากการศึกษาปัจจัยต่างๆ ทางกายภาพที่น่าจะมีผลต่อความหลากหลายของเทอริโดไฟต์ในแปลงศึกษา โดยหาค่าความสัมพันธ์ของปัจจัยเหล่านี้กับค่า Margalef's index และ Shannon's index พบว่าค่าความเข้มแสง (%PAR) มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่า Margalef's index และค่า Shannon's index อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาพที่ 5A-5B) ค่า %soil water content มีความสัมพันธ์ในลักษณะตรงกันข้าม กล่าวคือมีความสัมพันธ์แบบเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือแปรตามกันกับค่า Margalef's index และค่า Shannon's index อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (ภาพที่ 5C-5D) และค่า soil pH ก็มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ในทิศทางเดียวกันกับค่า Shannon's index แต่ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติกับค่า Magarlef's index

12. การศึกษาเปรียบเทียบปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่

เพื่อที่จะได้ทราบถึงลักษณะปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่ที่ศึกษาว่ามีลักษณะเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่เมื่อพิจารณาจากภาพรวม กล่าวคือพิจารณาปัจจัยทางกายภาพทั้งหมดของพื้นที่ตามแนววางท่อก๊าซฯ กับพื้นที่ป่าธรรมชาติใกล้เคียงแต่ละแปลงศึกษาเปรียบเทียบกัน ได้ทำการวิเคราะห์ตัวแปรพหุคูณโดยใช้ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ %PAR, %soil water content, soil pH, soil bulk density, %soil organic matter และนำความสูงจากระดับน้ำทะเลของแต่ละแปลงตัวอย่างมาวิเคราะห์การจัดจำแนก (Canonical Discriminant Analysis) พบว่าพื้นที่ป่าธรรมชาติกับแนววางท่อก๊าซฯ มีความแตกต่างของปัจจัยทางกายภาพทุก KP ที่ศึกษา แต่ที่ KP 21 จะแตกต่างกันน้อยมาก ปัจจัยทางกายภาพที่มีความสำคัญคือค่า soil pH, %PAR, %soil water content และ %soil organic matter โดยเมื่อพิจารณาค่า soil pH ร่วมกับ %PAR สามารถบอกถึงความต่างระหว่างป่าธรรมชาติกับแนววางท่อก๊าซฯ ได้ถึง 81.3 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 6)

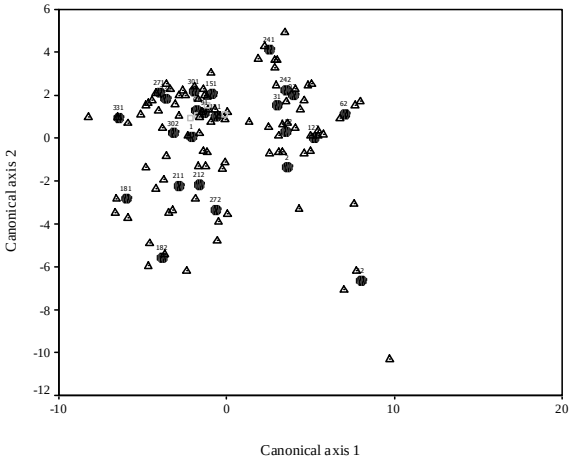


ภาพที่ 5. A ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสง (%PAR) กับค่า species richness index (Margalef's index)
B ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสง (%PAR) กับค่า species diversity index (Shannon's index)
C ความสัมพันธ์ระหว่างค่า %soil water content กับค่า species richness index (Margalef's index)
D ความสัมพันธ์ระหว่างค่า soil pH กับค่า species diversity index (Shannon's index)

ตารางที่ 2. ปัจจัยทางกายภาพในพื้นที่ป่าถูกรบกวน (ตามแนววางท่อก๊าซฯ) และพื้นที่ป่าธรรมชาติ และแสดงความสัมพันธ์กับค่า species richness index และ species diversity index

ปัจจัยทางกายภาพ	พื้นที่ถูกรบกวน (ตามแนววางท่อก๊าซฯ)	พื้นที่ป่าธรรมชาติ	Species richness index	Species diversity index	Taxonomic diversity index
ความสูงจากระดับน้ำทะเล	ไม่ได้ศึกษา	ไม่ได้ศึกษา	ไม่มีความสัมพันธ์	ไม่มีความสัมพันธ์	✓
ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ	ไม่ได้ศึกษา	ไม่ได้ศึกษา	ไม่ได้ศึกษา	ไม่ได้ศึกษา	✓
ปริมาณน้ำฝน (ต่อปี)	ไม่ได้ศึกษา	ไม่ได้ศึกษา	ไม่ได้ศึกษา	ไม่ได้ศึกษา	✓
ความเข้มแสง (%PAR)	สูง	ต่ำ	+	+	ไม่ได้ศึกษา
soil pH	ต่ำ	สูง	-	-	ไม่ได้ศึกษา
%soil water content	ต่ำ	สูง	+	+	ไม่ได้ศึกษา
%soil organic matter	ต่ำ	สูง	+	+	ไม่ได้ศึกษา
soil bulk density	สูง	ต่ำ	-	-	ไม่ได้ศึกษา

หมายเหตุ: ✓ หมายถึง น่าจะมีความสัมพันธ์แต่ไม่ได้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ, + หมายถึง ความสัมพันธ์ตามกัน, - หมายถึง ความสัมพันธ์ผกผัน



ภาพที่ 6. Ordination plot จากค่าปัจจัยทางกายภาพบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และป่าธรรมชาติจำนวน 24 แปลง จากการวิเคราะห์ Canonical Discriminant Analysis ในแปลงตัวอย่างบริเวณแนววางท่อก๊าซฯ และในป่าธรรมชาติ ตั้งแต่ KP 0 - KP 33

13. อิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพ

จากการศึกษาปัจจัยทางกายภาพในพื้นที่ป่าถูกรบกวน (ตามแนววางท่อก๊าซฯ) และ พื้นที่ป่าธรรมชาติ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล (altitude) ความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ปริมาณน้ำฝนต่อปี ความเข้มแสง (%PAR), soil pH, %soil water content, %soil organic matter, soil bulk density สามารถสรุปและแสดงความสัมพันธ์กับค่า species richness index และ species diversity index ได้ (ตารางที่ 2)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หน่วยปฏิบัติการวิจัยพรรณไม้ประเทศไทย พิพิธภัณฑ์พืชกสิน สุวตะพันธ์ หอพรรณไม้ กรมป่าไม้ ผลงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT T_145013 และบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) จึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. ไม่ปรากฏปีที่พิมพ์. ป่าตะวันตก. เอกสารเผยแพร่.

ทวีศักดิ์ บุญเกิด. 2541. เฟิร์นไทย. ใน: สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่ม 23, 152-191.

วัชนะ บุญชัย. 2542. ความสัมพันธ์ระหว่างวัลยชาติและสภาพแวดล้อมบริเวณป่าผลัดใบ สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาพฤกษศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สสวท. ความชื้นดิน [online] แหล่งที่มา: http://www. ipst. ac. th/globe/data/data-soil [2546, มกราคม, 23].

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2546. ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ.

Barthlott, W., V. Schmit-Neuerburg, J. Nieder and S. Engwald. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphyte: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152: 145-156.

Benzing, D.H. 1990. Vascular Epiphytes. Cambridge University Press, New York.

Boonkerd, T. 1996. Noteworthy Ferns of Thailand. Chulalongkorn University Press, Bangkok.

Holttum, R.E. 1954. A Revised Flora of Malaya II: Ferns of Malaya. Government Printing office, Singapore.

Kama, K., T. Vachrangkura, S. Tiyanon, C. Viriyabuncha, S. Nimpila and B. Doangrisen. 2002. Plant species diversity in tropicai planted forest and implication for restoration of forest ecosystems in Sakaerat, Northeastern Thailand. *Japan Agricultural Research Quarterly* 36(2): 111-118.

Ludwig, J.A. and J.F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology. John Wiley & Sons, New York.

Petroleum Authority of Thailand. 1997. EIA of Yadana Natural Gas Pipeline Project.

Tagawa, M. and K. Iwatsuki. 1979. Pteridophytes. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol.3, part 1. The Tist Press, Bangkok.

Tagawa, M. and K. Iwatsuki. 1985. Pteridophytes. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol.3, part 2. Phonphan Printing Company, Ltd., Bangkok.

Tagawa, M. and K. Iwatsuki. 1988. Pteridophytes. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol.3, part 3. The Chutima Press, Bangkok.

Tagawa, M. and K. Iwatsuki. 1989. Pteridophytes. *In* Smitinand, T. and K. Larsen (eds.), Flora of Thailand, Vol.3, part 4. The Chutima Press, Bangkok.