บทที่ 2

อุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย

1. ลักษณะพื้นที่ที่ทำการศึกษา

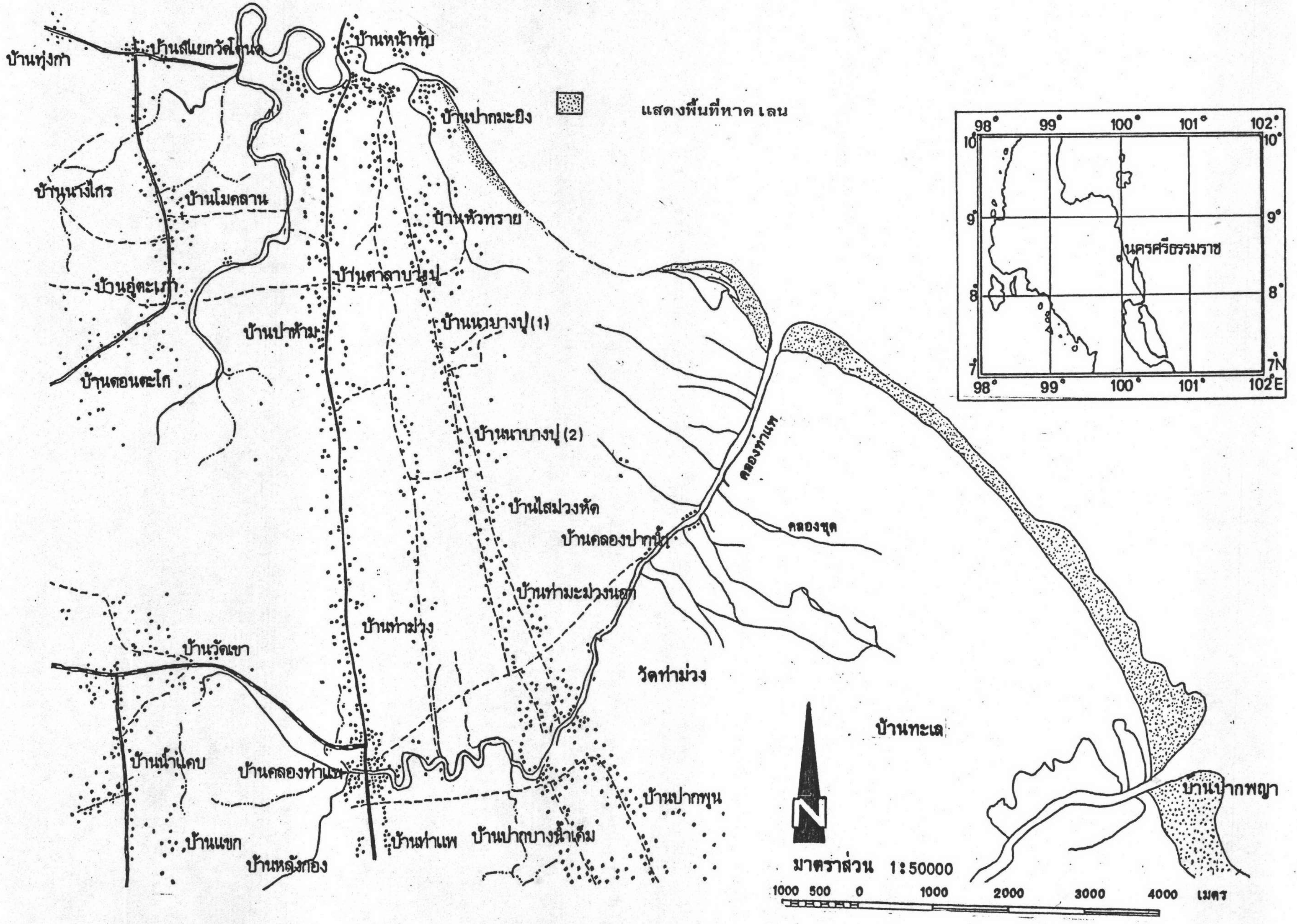
1.1 ที่ตั้ง

พื้นที่บริเวณที่ทำการศึกษาตั้งอยู่ในตำบลปากพูน อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งตั้งอยู่ทางภาคใต้ฝั่งตะวันตกของอ่าวไทย พื้นที่ป่าชายเลนบริเวณอำเภอเมือง อยู่ระหว่างเส้นรุ้ง (latitude) ที่ 8° 15′ ถึง 8° 36′ เหนือ เส้นแวง (longtitude) ที่ 99° 41′ ถึง 100° 05′ ตะวันออก เนื้อที่หาดเลนในจังหวัดนครศรีธรรมราชมีประมาณ 53,900 ไร่ หรือ 86.24 ตารางกิโลเมตร เป็นเนื้อที่หาดเลนในอำเภอเมืองประมาณ 12,600 ไร่ หรือ 20.16 ตารางกิโลเมตร (บุญชนะ กลั่นคำสอน และ ธงชัย จารุพพัฒน์, 2525) ในบริเวณที่วางแปลงเพื่อทำการศึกษาพื้นที่หาดเลนงอกใหม่มาจากตะกอนธรรมชาติของแม่น้ำปากพูนซึ่งไหลผ่านบริเวณนั้น และเนื่องจากบริเวณใกล้เคียงเป็นแหล่งทำนากุ้ง พื้นที่หาดเลนงอกใหม่จึงได้รับอิทธิพลของตะกอนพื้นที่นากุ้งที่ถูกขุดลอกขึ้นมาทับถมลงไปบนพื้นที่หาดเลนตามธรรมชาติ พื้นที่หาดเลนบริเวณที่ทำการศึกษาและวางแปลงเก็บข้อมูลแสดงไว้ในภาพที่ 1 และ 2

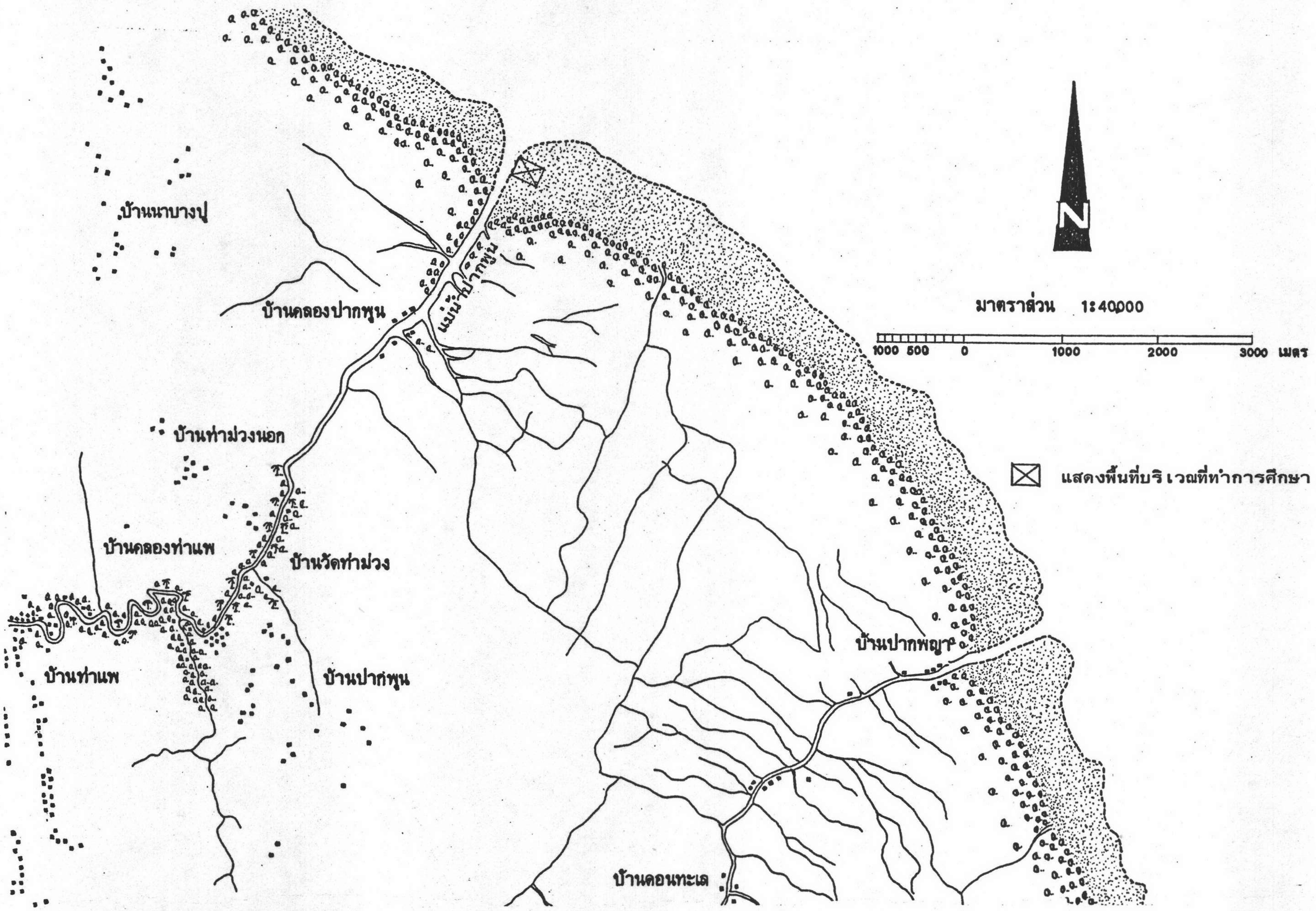
แปลงเก็บข้อมูลแห่งที่ 1 ตามแนว transect มีขนาดกว้าง 30 เมตร และลึกเข้าไปในป่าชายเลน 220 เมตร โดยวางแนว transect ตั้งฉากกับแม่น้ำปากพูนจากชายฝั่งจนสุดอาณาเขตของหาดเลน พื้นที่มีความลาดชันประมาณ 2.17 เปอร์เซ็นต์ สภาพพื้นที่ในบริเวณแปลงที่ 1 แสดงไว้ในภาพที่ 3 และ 4

แปลงเก็บข้อมูลแห่งที่ 2 ตามแนว transect มีขนาดกว้าง 30 เมตร และลึกเข้าไปในป่าชายเลน 120 เมตร โดยวางแนว transect เช่นเดียวกับแปลงที่ 1 พื้นที่มีความลาดชันประมาณ 2.21 เปอร์เซ็นต์ สภาพพื้นที่ในบริเวณแปลงที่ 2 แสดงไว้ในภาพที่ 3 และ 4

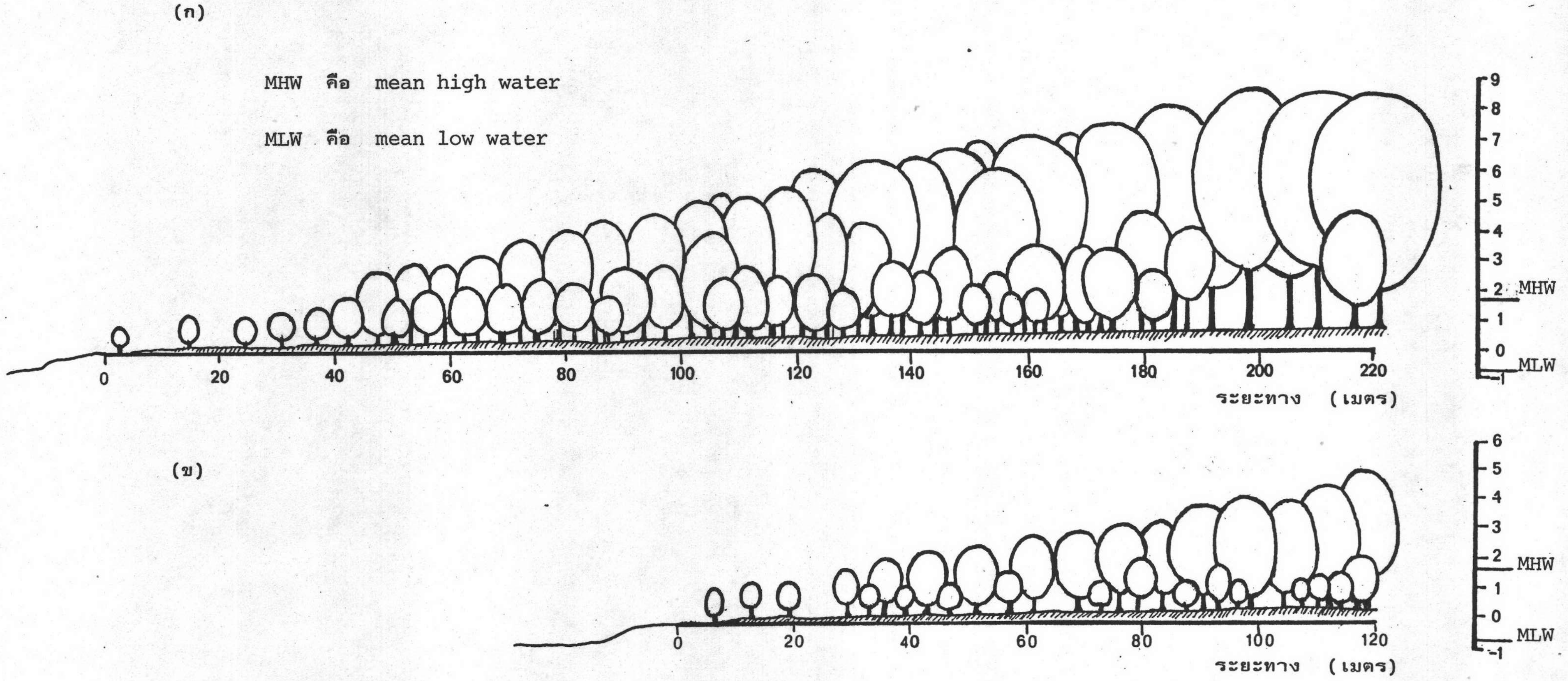
ระหว่างพื้นที่หาดเลนที่วางแปลงทั้ง 2 แห่ง มีลำคลองสายเล็ก ๆ ซึ่งขุดขึ้นเพื่อนำน้ำเข้าสู่นากุ้งคั่นอยู่



ภาพที่ 1 แสดงพื้นที่ป่าชายเลน บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช



ภาพที่ 2 แสดงพื้นที่หาดเลนที่ทำการศึกษา บริเวณปากแม่น้ำ แม่น้ำปากพูน อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช



ภาพที่ 3 สภาพพื้นที่และโครงสร้างของพันธุ์ไม้บริเวณแปลงเก็บข้อมูล

(ก) แปลงที่ 1 (ข) แปลงที่ 2

(ก)

(ข)

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4 สภาพป่าชายเลนในบริเวณแปลงเก็บข้อมูล
(ก) แปลงที่ 1 และ (ข) แปลงที่ 2

1.2 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศในบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ โดยลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะเริ่มประมาณกลางเดือนตุลาคมไปจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดผ่านบริเวณทะเลจีนใต้และอ่าวไทยจะทำให้เกิดฝนตกตามชายฝั่งทะเลโดยทั่วไป และบางครั้งมีฝนตกหนักมาก โดยจะปรากฏให้เห็นชัดในเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้มีฝนตกอย่างหนาแน่นโดยเฉพาะตามชายฝั่งทะเล โดยปกติจะปกคลุมพื้นที่ประมาณต้นเดือนพฤษภาคมและจะไปสิ้นสุดราว ๆ กลางเดือนตุลาคม ในเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายนเป็นช่วงที่พายุดีเปรสชั่นจากทะเลจีนใต้เคลื่อนตัวผ่าน ซึ่งจะทำให้เกิดฝนตกหนักและน้ำท่วมเฉียบพลันได้ และผลของลมประจำถิ่นซึ่งได้แก่ ลมตะวันออกเฉียงเหนือและลมตะวันออกทำให้เกิดอิทธิพลเกี่ยวกับแผ่นดินชายฝั่งทะเล พืช และสัตว์บริเวณชายฝั่งทะเลเป็นอย่างมาก จะเห็นได้ว่าบางแห่งของชายฝั่งทะเล จังหวัดนครศรีธรรมราชมีแผ่นดินงอกออกไปปีละมาก ๆ เช่น ชายฝั่งทะเลแถบป่าสงวนแห่งชาติ ป่าชายเลนคลองปากน้ำ ท้องที่ตำบลปากพูน อำเภอเมือง หาดเลนงอกออกไปปีละประมาณ 1,123 ไร่ (จากงานสำรวจรังวัด สำนักงานป่าไม้เขตจังหวัดนครศรีธรรมราช)

สภาพภูมิอากาศประจำถิ่นของจังหวัดนครศรีธรรมราชในช่วงระยะเวลา 30 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2494-2523 และในปี 2526 ซึ่งเป็นปีที่ทำการเก็บข้อมูล จากสถิติของกรมอุตุนิยมวิทยา แสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 1, 2 และ ภาพที่ 5, 6 ตามลำดับ

1.2.1 อุณหภูมิ จากสถิติในช่วง 30 ปี อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละเดือนอยู่ระหว่าง 25.9-28.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจะสูงในเดือนเมษายน-สิงหาคม อุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน 33.6 องศาเซลเซียส อุณหภูมิจะต่ำในระหว่างเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ อุณหภูมิต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 21.7 องศาเซลเซียส และจากข้อมูลอากาศประจำถิ่นในปี 2526 อุณหภูมิเฉลี่ยแต่ละเดือนอยู่ระหว่าง 25.5-29.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน 35.4 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ 22.0 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 1 แสดงสถิติภูมิอากาศทางจังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494-2523

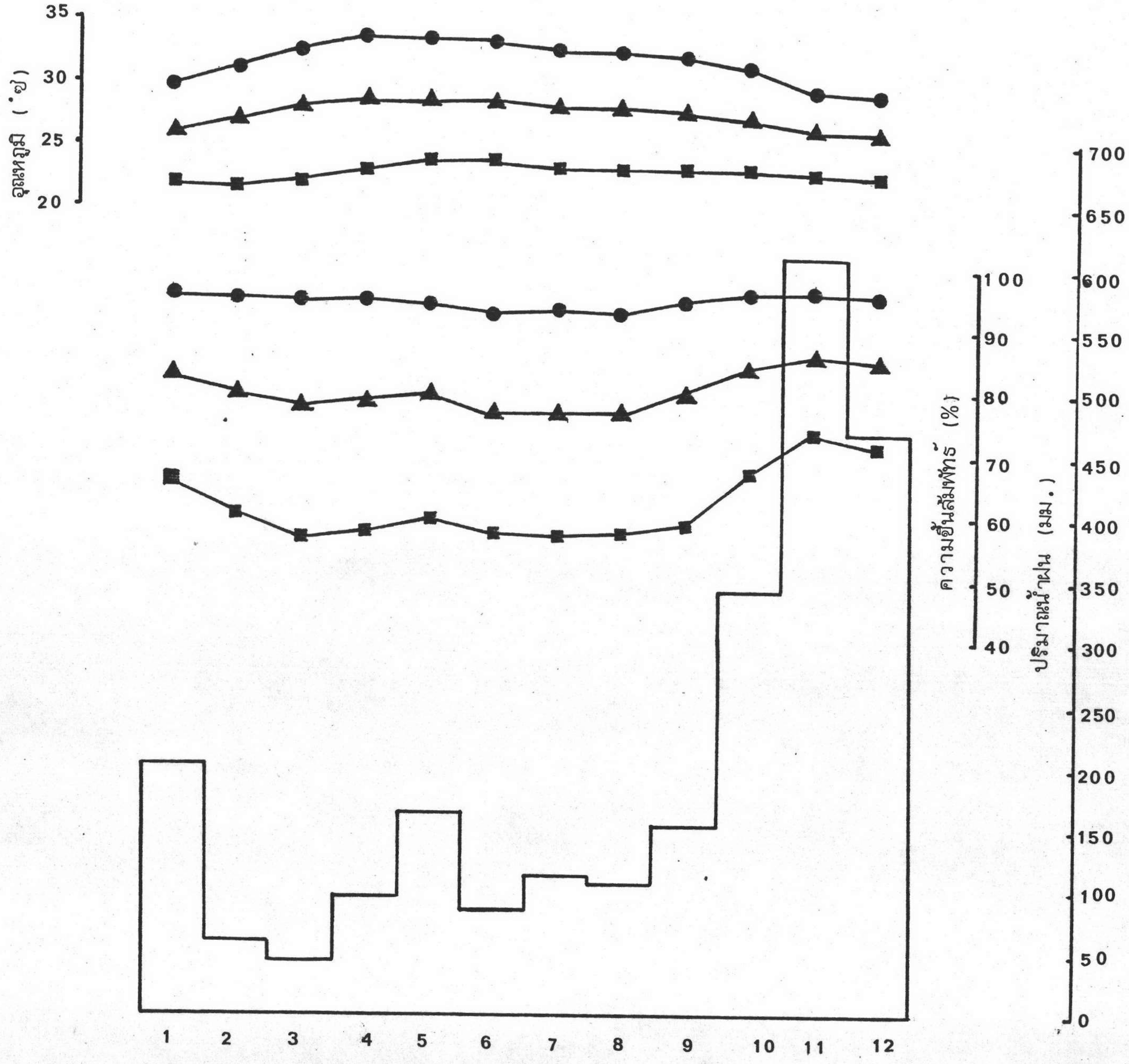
สภาพภูมิอากาศ	มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.	ทั้งปี
อุณหภูมิ (°ซ) เฉลี่ยสูงสุด	29.7	31.1	32.7	33.6	33.5	33.3	33.1	33.0	32.6	31.2	29.4	29.1	31.9
เฉลี่ย	26.1	26.9	28.0	28.7	28.5	28.5	28.1	28.0	27.7	27.0	26.1	25.9	27.5
เฉลี่ยต่ำสุด	21.8	21.7	22.1	23.1	23.7	23.6	23.1	23.2	23.0	22.9	22.7	22.4	22.8
ฝนรวมทั้งเดือน (ม.ม.)	201.6	50.9	43.9	95.1	163.0	84.8	112.4	105.3	152.7	341.7	609.7	468.3	2429.4
จำนวนวันที่มีฝนตก (วัน)	14.2	6.1	5.1	8.7	16.2	12.9	14.3	15.9	17.8	21.0	22.6	20.2	175.0
ความชื้นสัมพัทธ์ (%) เฉลี่ยสูงสุด	95.6	95.4	95.1	95.1	94.4	92.8	93.3	92.8	94.6	95.9	96.0	95.5	94.7
เฉลี่ย	83.0	80.0	78.0	79.0	80.0	77.0	77.0	77.0	80.0	84.0	86.0	85.0	81.0
เฉลี่ยต่ำสุด	66.1	60.6	57.0	57.7	59.6	57.5	57.0	57.5	59.2	67.0	73.4	71.4	62.0
น้ำระเหย (ม.ม.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
เมฆ (0-8) เฉลี่ย	5.4	4.8	4.4	5.1	6.0	6.3	6.3	6.6	6.5	6.4	6.5	6.0	5.9
จำนวนวันที่มีหมอก (วัน)	1.3	2.9	4.1	3.0	0.8	1.5	3.0	1.8	4.1	2.1	0.5	0.8	25.9
ทัศนวิสัย (ก.ม.) เฉลี่ย	7.2	7.3	7.0	7.0	8.2	8.6	8.3	8.1	8.3	7.9	7.1	7.2	7.7
ลม (นอต) ทิศทางลม	อ	อ	อ	อ	ซอ	ซอ	ซอ	ซอ	ซอ	น	น	น	-
ความเร็วลมเฉลี่ย	4.4	4.6	4.6	4.2	4.3	5.2	5.0	5.1	4.2	3.7	4.0	4.5	-

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา 2525

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลภูมิอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราช ปี 2526

สภาพภูมิอากาศ		มค.	กพ.	มีค.	เมย.	พค.	มิย.	กค.	สค.	กย.	ตค.	พย.	ธค.	ทั้งปี
อุณหภูมิ (°ซ)	เฉลี่ยสูงสุด	29.9	31.7	33.5	35.4	34.4	33.8	33.7	33.3	32.3	32.0	30.1	28.7	32.4
	เฉลี่ย	26.4	27.0	28.6	29.8	29.0	28.4	28.3	27.5	27.7	27.4	26.4	25.5	27.7
	เฉลี่ยต่ำสุด	22.2	22.0	23.3	23.4	24.6	24.2	23.8	23.8	23.5	23.6	23.1	22.5	23.3
ฝนรวมทั้งเดือน (ม.ม.)		161.6	-	19.1	3.0	138.0	193.8	129.4	80.1	164.1	222.5	352.1	507.1	1970.8
จำนวนวันที่มีฝนตก (วัน)		16.0	-	1.0	2.0	15.0	17.0	15.0	17.0	19.0	24.0	20.0	21.0	167.0
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	เฉลี่ยสูงสุด	96.0	94.9	94.0	92.9	92.9	94.0	94.7	93.9	94.2	95.0	93.9	95.5	94.3
	เฉลี่ย	82.2	76.8	74.5	70.8	75.8	78.2	77.7	77.0	78.7	81.7	82.2	84.9	78.4
	เฉลี่ยต่ำสุด	68.3	60.8	57.5	51.5	57.5	59.9	59.2	59.7	62.0	65.2	69.9	72.9	62.0
น้ำระเหย (ม.ม)		93.2	122.1	146.6	161.9	120.6	105.3	123.6	112.9	112.1	103.3	79.5	74.5	-
เมฆ (0-10) เฉลี่ย		6.1	4.1	4.9	5.2	6.9	7.5	7.1	7.9	7.5	7.8	7.5	7.6	6.7
จำนวนวันที่มีหมอก (วัน)		-	-	2.0	1.0	-	-	-	-	-	1.0	-	-	4.0
ทัศนวิสัย (ก.ม.) เฉลี่ย		7.8	9.2	7.8	5.6	9.8	10.7	11.1	10.7	10.6	9.8	8.5	7.0	9.1
ลม (นอต)	ทิศทางลม	อ	อ	อ	อ	ซ	ซว	ซว	ซว	ซว	ซว	น	น	-
	ความเร็วลมเฉลี่ย	1.5	1.3	1.2	2.0	1.7	2.2	2.2	2.6	2.1	1.1	1.3	2.2	-

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา 2526

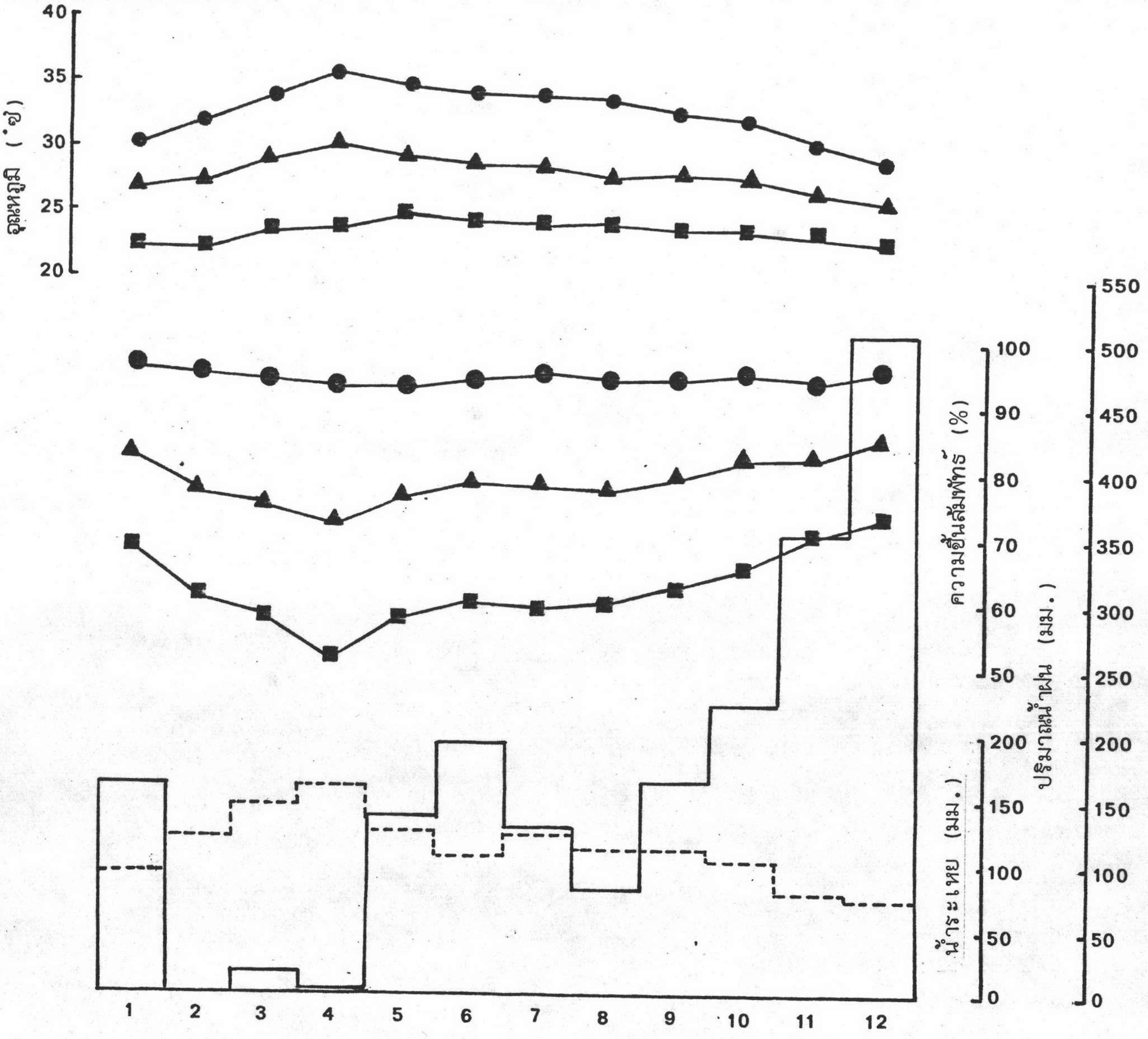


ภาพที่ 5 แสดงสถิติภูมิอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราช ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494-2523 (ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา 2525)

● ค่าเฉลี่ยสูงสุด

▲ ค่าเฉลี่ย

■ ค่าเฉลี่ยต่ำสุด



ภาพที่ 6 แสดงภูมิอากาศของจังหวัดนครศรีธรรมราช ปี พ.ศ. 2526

(ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา 2526)

● ค่าเฉลี่ยสูงสุด

▲ ค่าเฉลี่ย

■ ค่าเฉลี่ยต่ำสุด

1.2.2 <u>ปริมาณน้ำฝน</u> จากสถิติในช่วง 30 ปี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 2429.4 มิลลิเมตร ช่วงที่มีฝนตกชุกในจังหวัดนครศรีธรรมราชคือ ระหว่างเดือนกันยายน-มกราคม ปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน 609.7 มิลลิเมตร และเป็นเดือนซึ่งมีจำนวนวันที่มีฝนตกมากที่สุดคือ 22.6 วัน ปริมาณน้ำฝนต่ำสุดในเดือนมีนาคม 43.9 มิลลิเมตร และเป็นเดือนซึ่งมีฝนตกเพียง 5.1 วัน จำนวนวันที่มีฝนตกเฉลี่ยรายปี 175 วัน และจากข้อมูลอากาศประจำถิ่นในปี 2526 ปริมาณน้ำฝนรวมทั้งปี 1970.8 มิลลิเมตร ฝนตกชุกในระหว่างเดือนกันยายน-ธันวาคม ปริมาณน้ำฝนสูงสุดในเดือนธันวาคม 507.1 มิลลิเมตร และในเดือนกุมภาพันธ์ ไม่มีรายงานว่าฝนตก

1.2.3 <u>ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ</u> ความชื้นในอากาศมีผลต่อการระเหยของน้ำและการคายน้ำของพืช จากสถิติในช่วง 30 ปี ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในจังหวัดนครศรีธรรมราชเฉลี่ยแต่ละเดือน 81.0% ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดในเดือนพฤศจิกายน 96.0% ซึ่งในเดือนดังกล่าวเป็นเดือนที่มีฝนตกชุกและปริมาณน้ำฝนสูง ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดในเดือนมีนาคมและกรกฎาคม 57.0% และจากข้อมูลอากาศประจำถิ่นปี 2526 มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 78.4% ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดในเดือนมกราคม 96.0% และต่ำสุดในเดือนเมษายน 51.5%

1.2.4 <u>การระเหยของน้ำ</u> จากข้อมูลอากาศประจำถิ่นปี 2526 การระเหยของน้ำจะมีค่าสูงในเดือนกุมภาพันธ์-กรกฎาคม และจะมีค่าสูงสุดในเดือนเมษายนซึ่งเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิสูงสุด ปริมาณน้ำฝนและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศต่ำสุด มีค่าการระเหยของน้ำ 161.9 มิลลิเมตร และมีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม 74.5 มิลลิเมตร

1.3 <u>สภาพป่าชายเลน</u>

ป่าชายเลนบริเวณอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราชโดยทั่วไปพบว่า พื้นที่ป่าชายเลนถูกรบกวนอย่างหนักจากการทำนากุ้งและการตัดฟันไม้ สภาพป่าชายเลนที่ปรากฏตามชายฝั่งทะเลจึงไม่ปรากฏแนวเขตชัดเจน จะมีพืชสกุลแสม (<u>Avicennia</u>) โดยเฉพาะแสมทะเล (<u>Avicennia marina</u>) ขึ้นอยู่จำนวนมาก นอกจากนั้นจะเป็นสกุลโกงกาง (<u>Rhizophora</u>) ทั้งโกงกางใบเล็ก (<u>Rhizophora apiculata</u>) และโกงกางใบใหญ่ (<u>R. mucronata</u>) ขึ้นกระจัดกระจายเป็นกลุ่มและมีขนาดค่อนข้างเล็ก

I15037198

(สูงประมาณ 5-10 เมตร) มีพืชสกุลประสัก (**Bruguiera**) และสกุลตะบูน-ตะบัน (**Xylocarpus**) ขึ้นอยู่ด้วย มีพันธุ์ไม้เศรษฐกิจของป่าชายเลนอยู่น้อย ส่วนใหญ่จะเป็นพันธุ์ไม้ที่ไร้ค่าขึ้นปะปนกันไป

2. วิธีดำเนินงานวิจัย

2.1 การกำหนดขอบเขตพื้นที่

2.1.1 เลือกพื้นที่ป่าชายเลนธรรมชาติปากแม่น้ำที่มีหาดเลนเกิดใหม่งอกขยายจากป่าชายเลนเดิม 2 แห่ง ในพื้นที่บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษา

2.1.2 พื้นที่หาดเลนที่เลือกทำการศึกษาแต่ละแห่งวางแปลงเก็บข้อมูลดังนี้

แปลงเก็บข้อมูลแห่งที่ 1 กำหนดแนว transect 4 แนว แต่ละแนวห่างกัน 10 เมตร จากหาดเลนบริเวณนอกสุดที่เริ่มมีพันธุ์ไม้ โดยให้ตั้งฉากกับเส้นชายฝั่งและลึกเข้าไปในป่าชายเลนโดยใช้เข็มทิศเล็งแนว จนสุดเขตของหาดเลน แนว transect มีความยาว 220 เมตร แล้วกำหนดแปลงย่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตรติดต่อกันไป

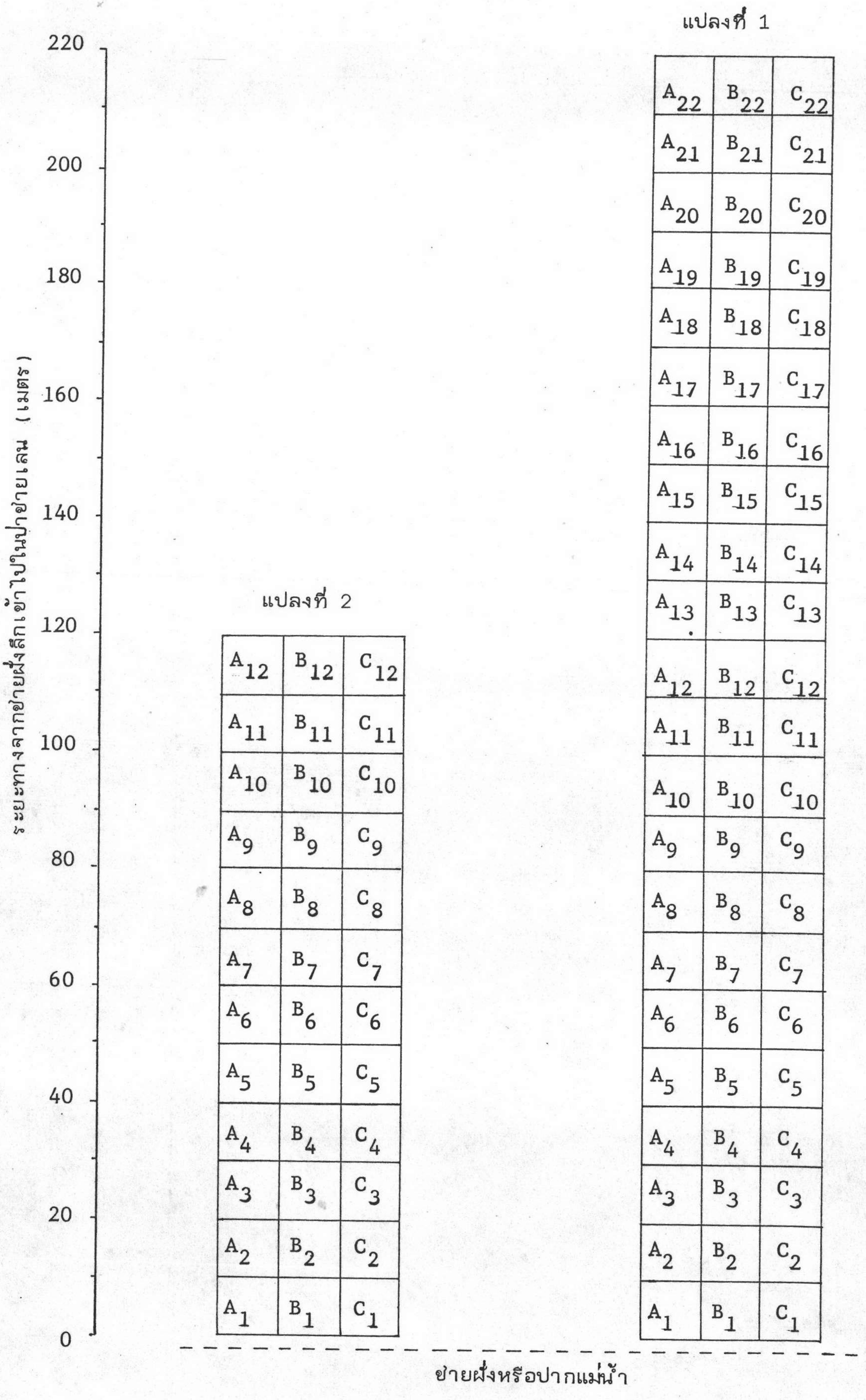
แปลงเก็บข้อมูลแห่งที่ 2 กำหนดแนว transect และแปลงย่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตรเช่นเดียวกัน แต่แนว transect มีความยาวเพียง 120 เมตร

ลักษณะการวางแปลงเก็บข้อมูล แสดงไว้ในภาพที่ 7

2.2 การบันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่าง

2.2.1 การบันทึกข้อมูลและการเก็บตัวอย่างพันธุ์ไม้

2.2.1.1 สำรวจนับจำนวนและจำแนกชนิดไม้ทุกต้น ในแปลงย่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ทุกแปลง วัดเส้นผ่าศูนย์กลางที่โคนต้นระดับชิดดิน (D_o) ด้วย vernier calliper (สำหรับไม้ที่มีขนาดเล็ก) หรือ diameter tape (สำหรับไม้ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น) เนื่องจากไม้ส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก จึงไม่สามารถวัดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ 130 เซนติเมตร (DBH) ได้ทุกต้น พร้อมทั้งวัดความสูง (H) ด้วยไม้เมตร



ภาพที่ 7 แผนผังแสดงการวางแปลงเก็บข้อมูลบนพื้นที่หาดเลน บริเวณปากน้ำแม่น้ำปากพูน อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช

2.2.1.2 พันธุ์ไม้สำคัญ 3 ชนิดที่พบจะถูกแบ่งออกเป็น 7 ชั้นตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับยืดดินดังนี้คือ เส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-7 และ 7-9 เซนติเมตร

2.2.1.3 เลือกไม้ตัวอย่างแต่ละชั้นเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับยืดดินเป็นตัวแทนชั้นละ 1 ต้น จากแปลงย่อยทั้ง 3 แปลง (A, B และ C) ทุกระยะ 10 เมตร จากชายฝั่ง ยกเว้นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1 เซนติเมตร เลือกตัวแทนชั้นละ 2 ต้น

2.2.1.4 ตัดไม้ตัวอย่างที่สุ่มเลือกเป็นตัวแทนที่ระดับยืดดินพร้อมทั้งวัดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับยืดดิน (D_o) และความสูง (H)

2.2.1.5 ชั่งน้ำหนักสด (green weight) ของใบ กิ่ง และลำต้นของไม้ตัวอย่างแต่ละต้น (ไม้ตัวอย่างที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1 เซนติเมตร เป็นลูกไม้ขนาดเล็กยังไม่แตกกิ่ง ดังนั้นจึงมีเฉพาะส่วนของลำต้นและใบเท่านั้น)

2.2.1.6 เก็บตัวอย่างย่อยของส่วนลำต้น ใบ และกิ่ง ของไม้ตัวอย่างที่ตัดฟันลงแต่ละต้น พร้อมทั้งชั่งน้ำหนักสดไว้ ไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส

2.2.2 <u>การบันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่างดิน</u>

เก็บตัวอย่างดินในแปลงเก็บข้อมูลทั้ง 2 แห่ง โดยเก็บดินผิวหน้าลึกประมาณ 15 เซนติเมตร ในช่วงเวลาที่น้ำลงทุกระยะ 10 เมตร กระจายตามจุดต่าง ๆ เพื่อเป็นตัวแทนของแปลงย่อยขนาด 10 × 10 ตารางเมตร ทุกแปลงตลอดแนว transect เพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี (physical and chemical properties) ในห้องปฏิบัติการ

2.2.3 <u>การบันทึกข้อมูลและเก็บตัวอย่างน้ำ</u>

ตรวจวัดสมบัติบางประการของน้ำในบริเวณที่ทำการศึกษาในช่วงเวลาที่น้ำขึ้นทุกระยะ 50 เมตร กระจายตามจุดต่าง ๆ เพื่อเป็นตัวแทนสมบัติของน้ำในบริเวณที่ทำการศึกษาดังนี้คือ

2.2.3.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter

2.2.3.2 ความเค็ม (salinity) โดยใช้ salinometer

2.2.3.3 อุณหภูมิ (temperature) โดยใช้ thermometer

ในแต่ละจุดที่ได้ตรวจวัดสมบัติของน้ำ ทำการเก็บตัวอย่างพร้อมกัน โดยใช้ขวดพลาสติก (polyethylene) ขนาด 500 มิลลิลิตร และก่อนทำการเก็บล้างด้วยน้ำตัวอย่างที่จะเก็บก่อน 2-3 ครั้ง แล้วปิดฝาขวดให้แน่น เก็บรักษาโดยการแช่เย็นที่อุณหภูมิต่ำ (4 องศาเซลเซียส) แล้วนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ แต่สำหรับตัวอย่างน้ำที่จะใช้วิเคราะห์ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ใช้ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร และ fix ตัวอย่างน้ำทันทีแล้วเก็บรักษาไว้ในที่มืดและทำการวิเคราะห์เมื่อถึงที่พัก

2.3 <u>การวิเคราะห์ผล</u>

2.3.1 <u>การวิเคราะห์พันธุ์ไม้</u>

2.3.1.1 มวลชีวภาพ

ก. นำตัวอย่างย่อยของส่วน ใบ กิ่ง และลำต้นของไม้ตัวอย่างที่ตัดฟันลงไปอบในตู้อบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 96 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ แล้วจึงนำไปชั่งน้ำหนักอบแห้ง (oven dry weight)

ข. หาเปอร์เซ็นต์ความชื้น (moisture content) ของส่วนใบ กิ่ง และลำต้น แล้วจึงนำไปใช้คำนวณเพื่อเปลี่ยนน้ำหนักสดของไม้ที่ตัดลงให้เป็นน้ำหนักแห้ง (dry weight) ซึ่งมีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$\%\ \text{moisture content} = \frac{\text{green weight} - \text{oven dry weight}}{\text{oven dry weight}} \times 100$$

$$\text{dry weight} = \frac{100 \times \text{green weight}}{\%\ \text{moisture content} + 100}$$

ค. หาสมการพื้นฐานเพื่อประมาณมวลชีวภาพของใบ กิ่ง และลำต้นของพันธุ์ไม้เด่น โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับชิดดิน (D_0) ร่วมกับความสูง (H) โดยใช้ allometric relation ซึ่งมีรูปสมการดังนี้

$$Y = aX^b$$

หรือ $\log Y = \log a + b \log X$

เมื่อ Y คือ มวลชีวภาพหรือน้ำหนักแห้งของใบ กิ่ง หรือลำต้น

X คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับชิดดินยกกำลังสอง คูณด้วยความสูงของต้นไม้ (D_o^2H)

a, b คือ ค่าคงที่

การหาความสัมพันธ์ของ Y กับ X เป็นการคำนวณค่าคงที่ของ a และ b โดยใช้ least square method

โดยที่
$$\log b = \frac{\sum_{i=1}^{n} \log x_i \log y_i}{\sum_{i=1}^{n} (\log x_i)^2}$$

$$\log a = \log \overline{Y} - b \log \overline{X}$$

$$x_i = X_i - \overline{X}$$

$$y_i = Y_i - \overline{Y}$$

และหาค่า coefficient of determination (r^2) จากสูตร

$$r^2 = \frac{\Sigma(\log \hat{y}_i)^2}{\Sigma(\log y_i)^2}$$

โดยที่ $\Sigma(\log \hat{y}_i)^2 = \Sigma(\log bx_i)^2$

$\Sigma(\log e_i)^2 = \Sigma(\log y_i^2) - \Sigma(\log \hat{y}_i^2)$

เมื่อ e คือ error term

ง. มวลชีวภาพของพันธุ์ไม้เด่นทั้งแปลงทดลอง สามารถคำนวณได้โดยอาศัยความสัมพันธ์ของสมการที่สร้างขึ้นมา

จ. คำนวณมวลชีวภาพของใบ กิ่ง และลำต้น ของพันธุ์ไม้รอง โดยหาค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของใบ กิ่ง และลำต้นของไม้แต่ละชั้นเส้นผ่าศูนย์กลางไปคูณกับความหนาแน่นของไม้ในชั้นเส้นผ่าศูนย์กลางนั้น ๆ จะได้ค่าน้ำหนักสดต่อหน่วยพื้นที่ แล้วหาค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความชื้นของใบ กิ่ง และลำต้นของไม้แต่ละชั้นเส้นผ่าศูนย์กลาง เพื่อเปลี่ยนน้ำหนักสดให้เป็นน้ำหนักแห้ง

2.3.1.2 ลักษณะโครงสร้างของสังคมพืช โดยคำนวณหา

ก. ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (relative density) ของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดคำนวณได้จากสูตร

$$\text{relative density} = \frac{\text{number of individual of species A}}{\text{total number of individual of all species}} \times 100$$

ข. ความเด่นสัมพัทธ์ (relative dominance) ของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดคำนวณได้จากสูตร

$$\text{relative dominance} = \frac{\text{biomass of species A}}{\text{total biomass of all species}} \times 100$$

ค. ความถี่สัมพัทธ์ (relative frequency) ของ พันธุ์ไม้แต่ละชนิดคำนวณได้จากสูตร

$$\text{relative frequency} = \frac{\text{frequency value of species A}}{\text{total of frequency values for all species}} \times 100$$

ง. Importance Value Index (IVI) ของพันธุ์ไม้ แต่ละชนิด คำนวณได้โดยการรวมค่า relative density, relative dominance และ relative frequency เข้าด้วยกัน Importance Value Index จะมีค่าตั้งแต่ 0-300

จ. ความหลากชนิดของพันธุ์ไม้ (species diversity) โดยใช้ (Shannon-Wiener index of species diversity ซึ่งคำนวณได้จากสูตร

$$H = -\Sigma \frac{N_i}{N} \log \frac{N_i}{N}$$

$$= -\Sigma P_i \log P_i$$

โดยที่ N_i = importance value index of each species

N = total importance value index for all species

P_i = importance probability for each species

$$= \frac{N_i}{N}$$

2.3.2 การวิเคราะห์สมบัติของดิน

นำตัวอย่างดินมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม (air dry) ย่อยให้มีขนาดเล็ก ผสมคลุกเคล้ากันให้ทั่วแบ่งเก็บไว้ตัวอย่างละประมาณ 500 กรัม แล้วนำไปร่อนและเก็บดินที่ผ่านตะแกรงที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 และ 2 มิลลิเมตรแยกกันไว้ เพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี ดังนี้คือ

2.3.2.1 ปริมาณของขนาดอนุภาคดิน (soil particle size) หาปริมาณของอนุภาคดินขนาดต่าง ๆ [sand (2-0.02 มิลลิเมตร) silt (0.02-0.002 มิลลิเมตร) และ clay (เล็กกว่า 0.002 มิลลิเมตร)] โดยใช้วิธี hydrometer (Dewis และ Freitas, 1970)

2.3.2.1 เนื้อดิน (soil texture class) พิจารณาโดยการนำเอาค่าเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคขนาด sand, silt และ clay มาเทียบกับตารางสามเหลี่ยมมาตรฐานสำหรับพิจารณาประเภทของเนื้อดิน (Dewis และ Freitas, 1970)

2.3.2.3 ความเป็นกรด - ด่าง (pH) โดยใช้ pH-meter โดยมีสัดส่วนของดิน : น้ำ = 1 : 1 (Chaponan และ Pratt, 1961)

2.3.2.4 การนำไฟฟ้า (electrical conductivity) วัดโดยใช้ conductivity bridge โดยมีสัดส่วนของดิน : น้ำ = 1 : 5

2.3.2.5 ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (organic matter) โดยใช้วิธี Walkley and Black Rapid Titration (Walkley และ Black, 1934, Jackson, 1960)

2.3.2.6 ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (cation exchange capacity) โดยใช้วิธี ammonium saturation แล้วนำไปกลั่นด้วยเครื่อง Kjeldahl โดยดัดแปลงจากวิธีของ Chapman (1965)

2.3.2.7 ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช (avialable phosphorus) โดยใช้น้ำยาสกัด Bray II (0.1 N HCl และ 0.03 N NH_4F) แล้ววัดด้วยเครื่อง spectrophotometer (Dewis และ Freitas, 1970)

2.3.2.8 ปริมาณธาตุประจุบวกที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable cation) บางตัว โดยใช้น้ำยาสกัด 1 N NH_4OAc pH7 แล้วจึงนำสารละลายที่สกัดได้มาวัดหา

ก. ปริมาณโปตัสเซียมและโซเดียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable potassium and sodium) โดยใช้ flame photometer (Black, 1965)

ข. ปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สามารถแลกเปลี่ยนได้ (exchangeable calcium and magnesium) โดยใช้ atomic absorption spectrophotometer (Dewis และ Freitas, 1970)

2.3.2.9 ปริมาณคลอไรด์ (chloride) โดยใช้วิธี water soluble แล้ว titrate ด้วย silver nitrate (Jackson, 1967)

2.3.2.10 ปริมาณซัลเฟต (sulphate) โดยใช้น้ำยาสกัด $CaH_4(PO_4)_2 \cdot H_2O$ แล้ววัดด้วยเครื่อง spectrophotometer (Fox และคณะ 1964, Chosnin และ Yien, 1950)

2.3.3 <u>การวิเคราะห์สมบัติของน้ำ</u>

นำตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์สมบัติทางเคมีโดยใช้วิธีมาตรฐานตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA-AWWA-WPCF, 1980) ดังนี้คือ

2.3.3.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen) โดยใช้ Azide Modification of the Winkler Method

2.3.3.2 ปริมาณฟอสเฟต (phosphate) โดยใช้ ascorbic acid reduction method

2.3.3.3 ปริมาณซิลิกา (silica) โดยใช้ heteropoly blue method

2.3.3.4 ปริมาณไนเตรต (nitrate) โดยใช้ cadmium reduction method

2.3.3.5 ปริมาณไนไตรต์ (nitrite) โดยใช้ Griess-Ilosvay Diazolation method

2.3.3.6 ปริมาณคลอไรด์ (chloride) โดยการ titrate ด้วย silver nitrate

2.3.4 <u>การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ</u> เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของพันธุ์ไม้เด่นกับปัจจัยที่เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพและเคมีของดิน โดยกำหนดให้สมบัติของดินเป็นตัวแปรอิสระและมวลชีวภาพของพันธุ์ไม้เด่นเป็นตัวแปรตาม มีวิธีการดังนี้

2.3.4.1 หาสมการความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพและเคมีของดินแต่ละปัจจัยกับมวลชีวภาพของพันธุ์ไม้เด่น โดยใช้วิธีการ simple lineer regression analysis ซึ่งมีรูปสมการดังนี้

$$y = a + bx$$

โดยที่ $$b = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2}$$

$$a = \overline{Y} - b\,\overline{X}$$

เมื่อ a คือ ค่าคงที่ (constant)

b คือ ค่าสัมประสิทธิ์ (coefficient)

$x_i = X_i - \overline{X}$

$y_i = Y_i - \overline{Y}$

ก. ทดสอบนัยสำคัญของสมการโดยการวิเคราะห์วาเรียนซ์

สูตรการวิเคราะห์วาเรียนซ์ แบบ simple linear regression

Source of variance	Sum of square	degree of freedom	mean square	F	F-table
regression	$SS_R=\Sigma\hat{y}_i^2$	k	$\Sigma y_1^2/k$		
residual	$SS_E=\Sigma e_i^2$	n-k-1	$\Sigma e_i^2/n-k-1$	$\frac{\Sigma y_i^2/k}{\Sigma e_i^2/n-k-1}$	F, df = k df = n-k-1 α = 0.05 หรือ α = 0.01
total	$SS_T=\Sigma y_i^2$	n-1	$\Sigma y_i^2/n-1$		

เมื่อ n คือ จำนวนข้อมูล

k คือ จำนวนตัวแปรอิสระ

i คือ หมายเลขที่ของข้อมูล

$$\Sigma\hat{y}_i^2 = \Sigma(bx_i)^2$$

$$\Sigma e_i^2 = \Sigma y_i^2 - \Sigma\hat{y}_i^2$$

e คือ error term

ข. หา coefficient of determination (r^2)

เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม จากสูตร

$$r^2 = \frac{\Sigma\hat{y}_i^2}{\Sigma y_i^2}$$

ค. หา standard deviation ($S_{y.x}$) ของสมการจากสูตร

$$S_{y.x} = \sqrt{\frac{\Sigma(y - \hat{y})^2}{n - 2}}$$

2.3.4.2 พิจารณาค่า coefficient of determination จากข้อ ข ที่มีความสัมพันธ์มากและน้อย ตามลำดับ 9 ปัจจัย เพื่อนำไปสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางกายภาพและเคมีทั้ง 9 ปัจจัยกับมวลชีวภาพของพันธุ์ไม้เด่น โดยใช้วิธีการ multiple linear regression analysis ซึ่งมีรูปสมการ ดังนี้

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \ldots + \beta_k X_k$$

โดยที่

$$Y = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{bmatrix} \qquad X = \begin{bmatrix} 1 & X_{21} & X_{31} & \cdots & X_{k1} \\ 1 & X_{22} & X_{32} & \cdots & X_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1 & X_{2n} & X_{3n} & \cdots & X_{kn} \end{bmatrix}$$

$$\beta = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} \qquad e = \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{bmatrix}$$

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X^{-1} Y$$

เมื่อ β_1 คือ ค่าคงที่

$\beta_2, \beta_3, \ldots, \beta_k$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์

k คือ จำนวนตัวแปรอิสระ

e คือ error term

และทดสอบนัยสำคัญของสมการโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน

ก. สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ multiple linear regression

Source of variance	Sum of Square	degree of freedom	mean square	F	F-value
regression	$\hat{\beta}X'Y = Y'Y.R^2$	k-1	$\hat{\beta}'X'Y/(k-1)$		
residual	$e'e = Y'Y(1-R^2)$	n-k	$e'e/(n-k)$	$\dfrac{\hat{\beta}'X'Y/(k-1)}{e'e/(n-k)}$	F, df = k-1 df = n-k α = 0.01
total	$Y'Y = \sum_{i=1}^{n} Y_i^2$	n-1	$Y'Y/(n-1)$		

เมื่อ n คือ จำนวนข้อมูล

i คือ หมายเลขที่ของข้อมูล

ข. หา coefficient of determination (r^2) เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม

$$r^2 = \frac{\beta' X' Y}{Y' Y}$$

ค. หา standard deviation ($S_{y.x}$) ของสมการจากสูตร

$$S_{y.x} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} e_i^2/(n-k)}$$