ภาคผนวก ก

ตาราง ก-1 พิกัดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่าง

กลุ่ม	จุดเก็บที่	พื้นที่	พิกัด(UTM)	
			X	Y
เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	1	ฟาร์มกุ้ง	648603	870206
	2	ฟาร์มกุ้ง	649368	864983
	3	ใกล้ฟาร์มกุ้ง	650117	859763
	4	ฟาร์มเลี้ยงปลา	670308	794145
เกษตรกรรม	5	นาข้าว	639992	866903
	6	นาข้าว	608327	859783
	7	นาข้าว	622791	860402
	8	นาข้าว	620230	856323
	9	นาร้าง	610002	851326
	10	นาร้าง	652004	850259
	11	นาข้าว	624553	842944
	12	นาข้าว	615314	834909
	13	นาข้าว	624246	834639
	14	นาข้าว	656090	835100
	15	สวนยางพารา	620067	829757
	16	นาข้าว	630267	830131
	17	นาร้าง	618861	820090
	18	สวนยางพารา	624429	815275
	19	สวนยางพารา	640009	808728
	20	นาข้าว	658906	810382
	21	สวนยางพารา	635135	807918
	22	นาข้าว	647186	803886
	23	นาข้าว	666303	805359
	24	สวนยางพารา	630461	800292
	25	สวนยางพารา	640210	798403
	26	นาข้าว	650385	801451
	27	นาข้าว	637498	794285
	28	นาข้าว	656475	782034
	29	นาข้าว	635181	825589
	30	สวนผลไม้	676489	785185
	31	สวนผลไม้	657078	780155
	32	สวนผัก	681906	780322
	33	สวนผลไม้	671237	769702
ที่อยู่อาศัย	34	ชุมชนใกล้ทางรถไฟ	615535	865285
	35	อ.ระโนด	646230	860583
	36	อ.ควนขนุน	611238	855053
	37	อ.เมืองพัทลุง	618665	841788
	38	อ.เขาชัยสน	625403	824729
	39	อ.สะทิงพระ	658568	826108
	40	อ.บางแก้ว	629171	820580

X คือ พิกัดภูมิศาสตร์ของตำแหน่งเก็บตัวอย่างด้าน Easting ในระบบ WGS84 Zone 47N – UTM

Y คือ พิกัดภูมิศาสตร์ของตำแหน่งเก็บตัวอย่างด้าน Northing ในระบบ WGS84 Zone 47N – UTM

ตาราง ก-1 (ต่อ)

กลุ่ม	จุดเก็บที่	พื้นที่	พิกัด(UTM)	
			X	Y
	41	บ้านพักอาศัย	661034	820201
	42	อ.ปากพะยูน	646227	812828
	43	อ.ป่าบอน	627877	804983
	44	อ.สิงหนคร	671974	799628
	45	อ.ควนเนียง	649391	795028
	46	บ้านพักอาศัยสงขลา	675520	795899
	47	บ้านพักอาศัยสงขลา	675819	7962456
	48	ร้านค้าสงขลา	676524	796900
	49	อ.รัตภูมิ	638605	788498
	50	บ้านพักอาศัย	680769	783046
	51	ชุมชนใกล้ทางโรบินสัน	622279	774411
	52	ชุมชนถนนสามสิบเมตร	663843	775868
	53	ชุมชน ร.พ.ศรีนครินทร์	662484	776427
อุตสาหกรรม	54	อู่ซ่อมเครื่องยนต์	616221	841344
	55	โรงงานสยามบรรจุภัณฑ์	644702	788296
	56	อู่ซ่อมเครื่องยนต์	674313	788466
	57	บริษัทประมงไทย	680094	792565
	58	บริษัทซีพี	671630	782794
	59	บริษัทTIG	664870	770760
	60	บริษัทสยามแซมเฟอร์เมด	662187	756072
	61	บริษัทนครขนส่ง	662527	759774
	62	บริษัทเซาท์อีสรับเบอร์	662338	756312
	63	บริษัทหัวไท่รับเบอร์	661084	748379
	64	บริษัทแปรซิฟิกแปรรูปสัตว์น้ำ	681511	790261
	65	โรงบรรจุแก๊ส	657910	772357
	66	บริษัทซีพีสะเดา	662429	763270
ธรรมชาติ	67	ทุ่งโล่งธรรมชาติ	647650	841289
	68	ที่ลุ่มข่างทะเลสาบ	659977	801868
	69	น้ำตกหม่อมจุ้ย	614697	801887
	70	ป่าธรรมชาติ	630129	782597
	71	ป่าน้ำตกโตนงาช้าง	637139	767601
	72	ที่ลุ่มท่านางหอม	665144	781814
	73	ป่าธรรมชาติ	635173	816530
	74	ทุ่งโล่ง	626364	810394
	75	ที่ลุ่มใกล้ทะเลสาบ	655856	794525
	76	ทุ่งโล่ง	651286	789560
	77	ทุ่งโล่ง	656255	789836
	78	ที่ลุ่มคลองวง	672245	788301
	79	ทุ่งโล่ง	647321	785520
	80	ป่า	652130	779965
	81	ที่ลุ่มใกล้คลองอู่ตะเภา	661637	771614

X คือ พิกัดภูมิศาสตร์ของตำแหน่งเก็บตัวอย่างด้าน Easting ในระบบ WGS84 Zone 47N – UTM

Y คือ พิกัดภูมิศาสตร์ของตำแหน่งเก็บตัวอย่างด้าน Northing ในระบบ WGS84 Zone 47N – UTM

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์ปรอททั้งหมด (Total Mercury)
ด้วยเครื่อง NICS Mercury Analyzer รุ่น SP3D ตามวิธี USEPA 7473

วัสดุและอุปกรณ์

1) ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 และ 1000 มิลลิลิตร
2) Porcelain sample boat
3) ไมโครปิเปต ขนาด 10 – 200 ไมโครลิตร

สารเคมี

1) สารละลายมาตรฐานปรอท 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ของ Merck หรือยี่ห้ออื่นที่เทียบเท่า
2) L-Cysteine
3) ตัวเติมใส่ A: Na_2CO_3 (sodium carbonate) และ $Ca(OH)_2$ (calcium hydroxide) ในสัดส่วน 60:40
4) ตัวเติมใส่ B: Al_2O_3(aluminium oxide)

การเตรียมกราฟปรับเทียบ (calibration curve)

1) สารละลาย 0.001% L-Cysteine
   ชั่ง L-Cysteine 10 มิลลิกรัม ลงในบีกเกอร์ ละลายด้วย deionized water (8 MΩ) แล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น 2 มิลลิลิตร เทสารละลายทั้งหมดลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร เติมน้ำจนถึงขีดวัดปริมาตร
2) สารละลายมาตรฐานปรอท 1 มิลลิกรัมต่อลิตร
   ปิเปตสารละลายมาตรฐานปรอท 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 100 ไมโครลิตรลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เติม 0.001% L – Cysteine จนถึงขีดวัดปริมาตร
3) สารละลายมาตรฐานปรอท 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร
   ปิเปตสารละลายมาตรฐานปรอท 1 มิลลิกรัมต่อลิตรปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร เจือจางด้วย 0.001% L-Cysteine จนถึงขีดวัดปริมาตร
4) การปรับเทียบด้วยสารละลายมาตรฐานปรอท
5) ปิเปตสารละลายมาตรฐานปรอท 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรปริมาตร 0, 50, 100, 150 และ 200 ไมโครลิตร ลงใน Porcelain sample boat แล้วนำเข้าห้องเผาของเครื่อง NICS Mercury Analyzer รุ่น SP3D ทำการเผาและวัดค่าการดูดกลืนแสงเป็นความสูงพีก (peak) ที่ตรวจวัด

โดยดีเทคเตอร์ ผลที่ได้พล็อตเป็นกราฟระหว่างความสูงพีก และเนื้อปรอทที่ 0, 5, 10 และ 20 นาโนกรัม

การวิเคราะห์ปรอทในตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างดินที่บดละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน 0.1 กรัม ลงบนตัวเติมใส่ A (Na_2CO_3 + $Ca(OH)_2$) ใน Porcelain sample boat ปิดทับด้วยตัวเติมใส่ A และ B (Al_2O_3) สุดท้ายปิดทับด้วยตัวเติมใส่ A จนมิด Porcelain sample boat นำ Porcelain sample boat เข้าห้องเผาและวิเคราะห์ด้วยเครื่อง NICS Mercury Analyzer รุ่น SP3D เครื่องจะอ่านค่าปรอทในตัวอย่างเทียบกับกราฟมาตรฐาน และคำนวณกับปริมาณตัวอย่างที่ใช้ได้เป็นค่าปริมาณปรอทในดินตามสูตร

$$\text{ปริมาณปรอท } (\mu g/kg) = \frac{R}{W}$$

โดย R = ค่าเนื้อปรอทที่อ่านได้ (ng)

W = น้ำหนักตัวอย่างที่ใช้ (g)

ภาคผนวก ค
การวิเคราะห์หาคาร์บอนทั้งหมดและกำมะถัน
ด้วยเครื่อง Perkin Elmer CHNS Analyzer PE 2400 Series II

<u>วัสดุและอุปกรณ์</u>

1) Tin vial
2) ปากคีบ

<u>สารเคมี</u>

1) ก๊าซออกซิเจน (O_2) ความบริสุทธิ์ 99.999%
2) ก๊าซฮีเลียม (He) ความบริสุทธิ์ 99.999%
3) Air zero
4) Sulphamic acid
5) Cystine

<u>การเตรียมเครื่องเพื่อวิเคราะห์ตัวอย่าง</u>

1) ตรวจดู Combustion tube และ Reduction tube ให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งาน หากพบว่าเสื่อมสภาพ ให้ทำการเปลี่ยนและเติมสาร copper plus ซึ่งบรรจุอยู่ข้างในใหม่
2) เปิดวาวล์ก๊าซ เปิดเครื่อง PE 2400 และทำการไล่อากาศ ด้วยก๊าซ He และ O_2 เป็นเวลา 300 วินาที
3) เปิดทำความร้อนเตาเผา ปล่อยทิ้งไว้ 2 ชั่วโมง เพื่ออุ่นเครื่อง เมื่อครบเวลา ตรวจดูสัญญาณจาก detector จนพบว่าคงที่ อุณหภูมิเตาเผาทั้งสองอยู่ในจุดที่ตั้งไว้ เครื่องจึงพร้อมทำงาน

<u>ขั้นตอนการวิเคราะห์</u>

1) วิเคราะห์ blank โดยตรวจวิเคราะห์อากาศเปล่า จนค่าที่ได้นิ่ง
2) ชั่ง sulphamic acid 2.0-2.5 มิลลิกรัม ใส่ใน Tin vial นำไปเผา เพื่อทำการทำสภาวะ Combustion tube ในกรณีที่เปลี่ยนใหม่ โดยจะต้องทำการปิดวาวล์ ก๊าซ O_2 ทุกครั้ง
3) หาค่าตอบสนอง (K-factor) โดยชั่ง Cytine 2.0-2.5 มิลลิกรัม ใน Tin vial พับ vial ไม่ให้มีอากาศเหลืออยู่ แล้วนำไปใส่ช่องตัวอย่างในเครื่องเพื่อทำการวัด โดย Cystine มีค่าตามทฤษฎี คือ carbon 29.99%, hydrogen 5.03%, nitrogen 11.66% และ sulfur 26.69%

4) ใส่น้ำหนักที่ชั่งได้ และบอกค่าปริมาณแต่ละธาตุในเครื่อง เมื่อได้ค่า K-factor เครื่องจะพร้อมสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่าง
5) วิเคราะห์ Cystine โดยทำเป็นตัวอย่าง ค่าปริมาณแต่ละธาตุที่ได้ต้องใกล้เคียงตามทฤษฎี
6) ชั่งตัวอย่างดินที่แห้ง และบดละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน 2.0-2.5 มิลลิกรัม ใน Tin vial ทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องเหมือนข้างต้น

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนด้วยวิธี วอลกี-แบล็ค (Walkey Back Method)

<u>วัสดุและอุปกรณ์</u>

1) บิวเรตขนาด 50 มิลลิลิตร
2) เครื่องกวนสาร (Magnetic stirrer)
3) ขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มิลลิลิตร

<u>สารเคมี</u>

1) กรดฟอสฟอริก (H_3PO_4)
2) โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF)
3) เดกโทรส
4) สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น และซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4)
   ละลายซิลเวอร์ซัลเฟต 2.5 กรัม ในกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1 ลิตร
5) สารละลายโพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$)เข้มข้น 1 นอร์มอล
   ละลายโพแทสเซียมไดโครเมต 49.04 กรัม ในน้ำกลั่นและเจือจางเป็น 1 ลิตร
6) สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต ($Fe(NH_2)(SO_4)_2{\cdot}6H_2O$) เข้มข้น 0.5 นอร์มอล
   ละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต 196.1 กรัม ในน้ำกลั่น 800 มิลลิลิตร ซึ่งมีกรดซัลฟูริกเข้มข้นอยู่ 20 มิลลิลิตร จากนั้นเจือจางให้เป็น 1 ลิตร
7) ไดฟีนิลลามีนอินดิเคเตอร์
   ละลายไดฟีนิลลามีนประมาณ 0.5 กรัม ในน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 100 มิลลิลิตร

<u>การวิเคราะห์ตัวอย่าง</u>

1) ชั่งตัวอย่างดิน 0.5 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่ขนาด 500 มิลลิลิตร
2) ใช้บิวเรตเติมโพแทสเซียมไดโครเมต 1 นอร์มอล จำนวน 10 มิลลิลิตร และเติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้นและซิลเวอร์ซัลเฟตจำนวน 20 มิลลิลิตร ผสมกัน โดยค่อยๆ หมุนประมาณ 1 นาที
3) ตั้งของผสมที่ได้ไว้ประมาณ 30 นาที
4) ทำ blank ทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนชุดทดลองใหม่

5) หลังจาก 30 นาที ผ่านไป เติมน้ำกลั่นจำนวน 200 มิลลิลิตร ตามด้วยกรดฟอสฟอริกจำนวน 10 มิลลิลิตร และโซเดียมฟลูออไรด์จำนวน 0.2 กรัม
6) เติมไดฟีนิลลามีนอินดิเคเตอร์จำนวน 15 หยด (0.5 มิลลิลิตร)
7) ไตเตรทสารละลายที่ได้ด้วย 0.5 นอร์มอล $Fe(NH_2)(SO_4)_2$ จนถึงจุดยุติ จะได้สารละลายสีเขียวหัวเป็ด (brilliant green)

การคำนวณผล

$$\% \text{ อินทรีย์คาร์บอน} = 10(1-\frac{T}{S}) \times F$$

โดย S = ปริมาณ 0.5 N $Fe(NH_2)(SO_4)_2$ ที่ใช้ไปในการไตเตรท blank (มิลลิลิตร)

T = ปริมาณ 0.5 N $Fe(NH_2)(SO_4)_2$ ที่ใช้ไปในการไตเตรทตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

$$F = (1.0)(\frac{12}{4000})(\frac{100}{\text{sample weight}})$$

(F = 1.03 เมื่อน้ำหนักของตัวอย่างเท่ากับ 0.5 กรัม)

การตรวจสอบการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอน

ตรวจสอบประสิทธิภาพของสารละลายที่ใช้ในการไตเตรทสารอินทรีย์โดยใช้เดกโทรส ($C_6H_{12}O_6$) เป็นสารมาตรฐานซึ่งในเดกโทรสจะมีคาร์บอนอยู่ประมาณ 39.99%

ชั่งเดกโทรส 0.01 กรัม (อบที่100 ± 2 C นาน 2ชั่วโมงตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในdessicator ก่อนใช้)ใส่ขวดรูปชมพู่ แล้วทำการทดลองหาปริมาณคาร์บอนด้วยวิธีการเหมือนกับขั้นตอนการหาสารอินทรีย์ในตัวอย่างดินหรือ blank จากนั้นนำมาคำนวณหาปริมาณเปอร์เซ็นต์คาร์บอนตามสูตรข้างต้น ค่าที่ได้ควรใกล้เคียงกับ 39.99%

ภาคผนวก จ

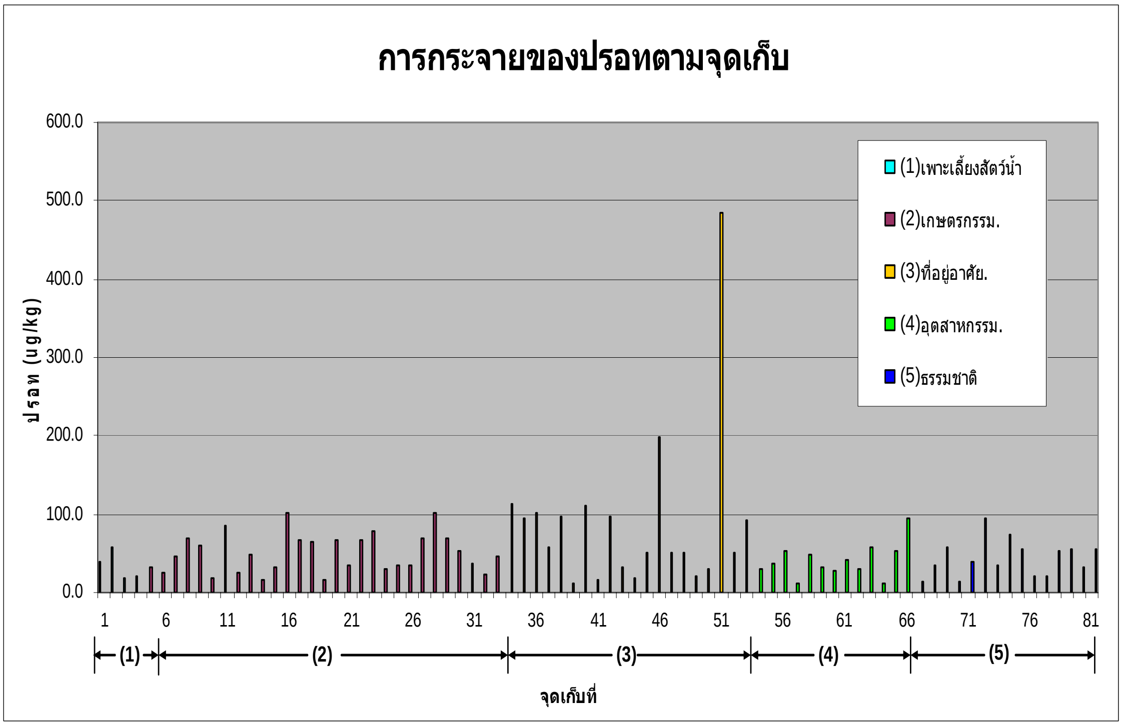
ตาราง จ-1 ปริมาณปรอท คาร์บอนรวม อินทรีย์คาร์บอน กำมะถัน ของกลุ่มพื้นที่ต่างๆ

พื้นที่	จุดเก็บที่	ปรอท(μg/kg)	อินทรีย์คาร์บอน (%)	คาร์บอนทั้งหมด (%)	กำมะถัน (%)
เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	1	39.5	0.45	0.77	0.26
	2	56.7	0.55	1.57	0.17
	3	18.7	1.06	1.45	0.00
	4	21.8	3.52	9.82	0.12
เกษตรกรรม	5	31.8	1.18	1.57	0.09
	6	25.0	0.78	0.90	0.16
	7	45.3	0.84	1.23	0.00
	8	68.4	1.48	2.37	0.09
	9	59.8	0.55	0.87	0.00
	10	17.9	0.87	0.95	0.15
	11	84.8	1.51	2.21	0.09
	12	24.3	0.86	1.17	0.00
	13	48.3	1.24	1.95	0.03
	14	16.1	0.25	0.49	0.00
	15	32.3	0.69	0.97	0.07
	16	101.0	3.25	4.59	0.09
	17	66.7	1.13	1.81	0.05
	18	65.6	1.06	1.67	0.08
	19	16.6	0.28	0.50	0.05
	20	67.0	0.94	1.15	0.13
	21	34.4	0.59	0.92	0.02
	22	65.8	1.33	1.82	0.05
	23	78.2	1.24	1.76	0.06
	24	30.0	0.65	0.88	0.09
	25	35.2	1.29	0.88	0.04
	26	34.5	0.66	0.94	0.11
	27	69.4	0.79	0.99	0.10
	28	100.4	1.86	2.77	0.19
	29	69.3	2.05	2.40	0.04
	30	52.7	0.94	1.67	0.03
	31	37.0	0.74	1.43	0.06
	32	24.1	1.05	1.38	0.08
	33	46.7	2.48	3.02	0.15
ที่อยู่อาศัย	34	113.2	1.29	2.16	0.26
	35	95.5	4.91	9.14	0.26
	36	101.0	1.88	2.61	0.00
	37	57.7	1.55	2.94	0.00
	38	97.2	0.48	0.96	0.00
	39	12.4	0.64	1.08	0.05
	40	110.7	2.03	2.95	0.19

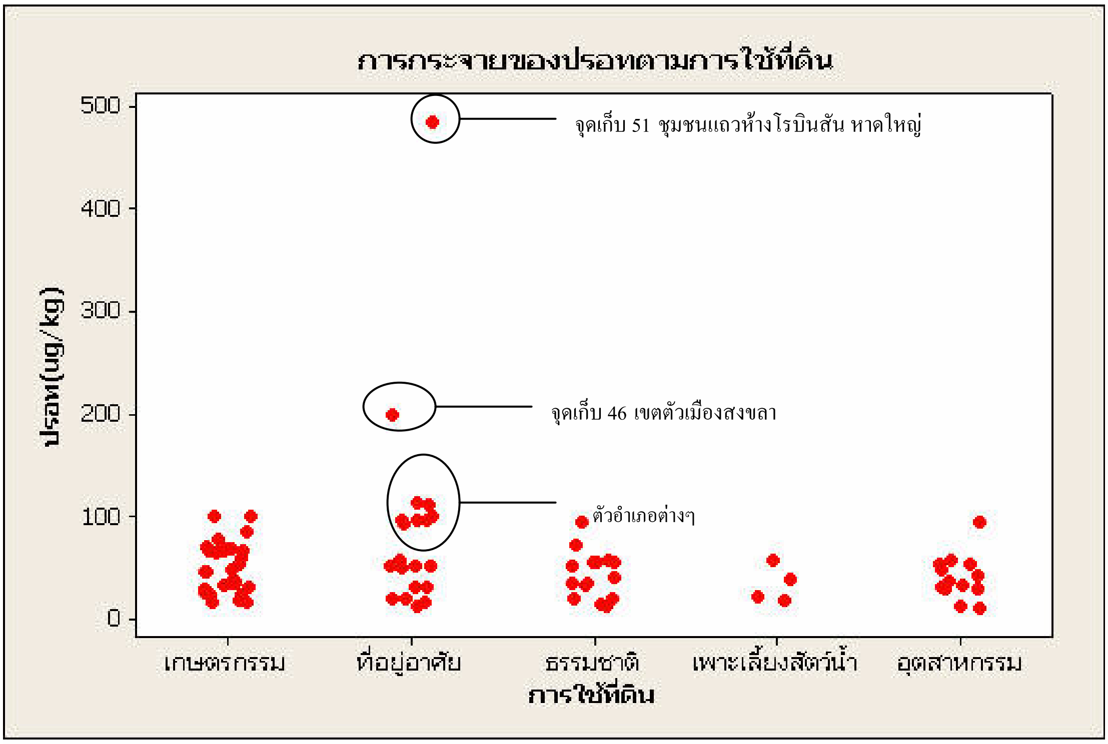
ตาราง จ-1 (ต่อ)

พื้นที่	จุดเก็บที่	ปรอท(μg/kg)	อินทรีย์คาร์บอน (%)	คาร์บอนทั้งหมด (%)	กำมะถัน (%)
ที่อยู่อาศัย	41	16.8	0.91	1.34	0.07
	42	96.0	2.60	5.35	0.11
	43	31.6	0.84	1.19	0.09
	44	19.6	0.86	1.55	0.03
	45	50.9	0.85	1.35	0.09
	46	198.4	1.08	1.92	0.00
	47	51.2	5.73	8.02	0.28
	48	51.3	2.33	4.85	0.01
	49	20.7	0.30	0.51	0.12
	50	30.8	1.45	2.40	0.03
	51	483.9	1.56	2.95	0.00
	52	49.8	1.13	1.00	0.00
	53	92.5	1.30	2.85	0.09
อุตสาหกรรม	54	31.1	2.85	6.34	0.00
	55	37.0	0.41	0.59	0.05
	56	52.6	2.60	3.59	0.21
	57	12.4	0.56	0.98	0.03
	58	48.6	1.38	2.57	0.04
	59	33.2	1.34	2.14	0.04
	60	28.5	0.42	1.11	0.00
	61	42.3	1.59	2.46	0.00
	62	30.0	0.93	1.85	0.00
	63	57.7	2.90	4.77	0.01
	64	11.0	0.88	1.48	0.04
	65	53.8	3.03	2.68	0.14
	66	93.7	4.11	5.33	0.30
ธรรมชาติ	67	13.1	0.90	1.21	0.13
	*68	35.5	2.83	4.15	0.19
	*69	57.4	0.72	1.20	0.12
	70	14.4	0.74	1.05	0.08
	*71	39.9	1.04	1.32	0.00
	72	93.8	3.74	6.44	0.58
	73	35.7	0.58	0.77	0.20
	74	72.7	0.77	1.38	0.08
	75	55.6	9.11	11.81	0.67
	76	20.4	0.93	1.26	0.00
	77	20.3	0.85	1.15	0.19
	78	52.3	3.14	3.46	0.48
	79	56.2	0.84	1.31	0.19
	80	32.5	1.06	1.56	0.02
	81	55.8	0.69	1.00	0.00

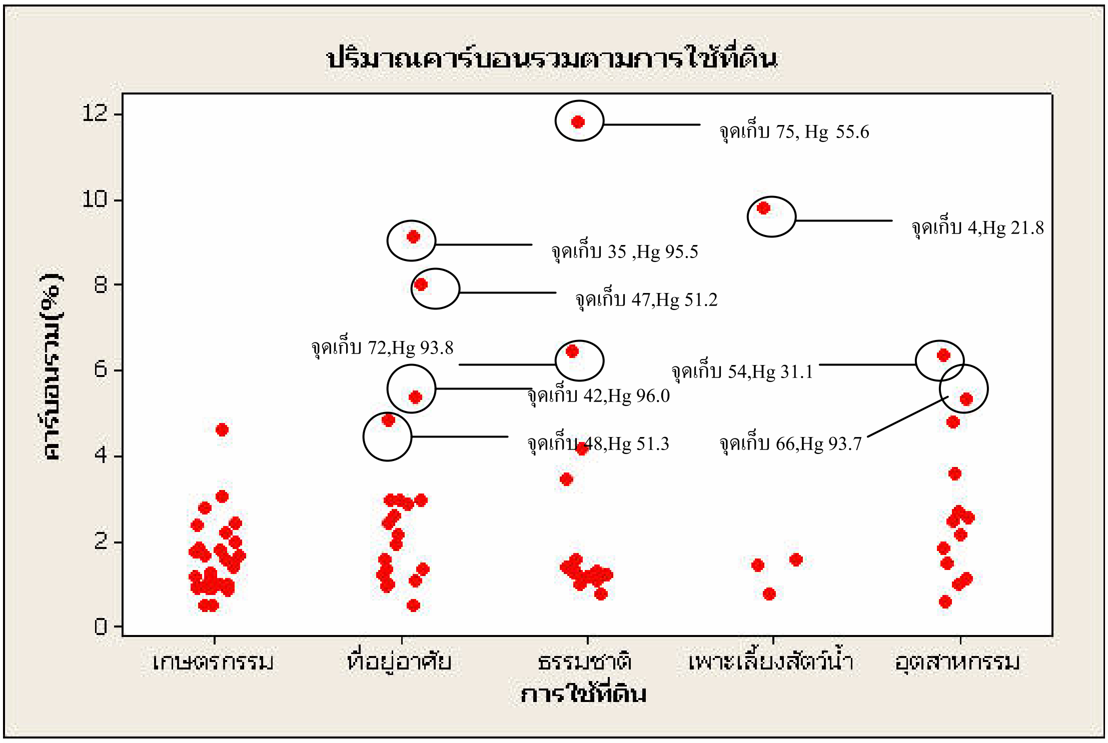
*คือ กลุ่มธรรมชาติแท้ที่ใช้อ้างอิงปริมาณปรอทในธรรมชาติที่ไม่มีการปนเปื้อนจากกิจกรรมมนุษย์โดยตรง



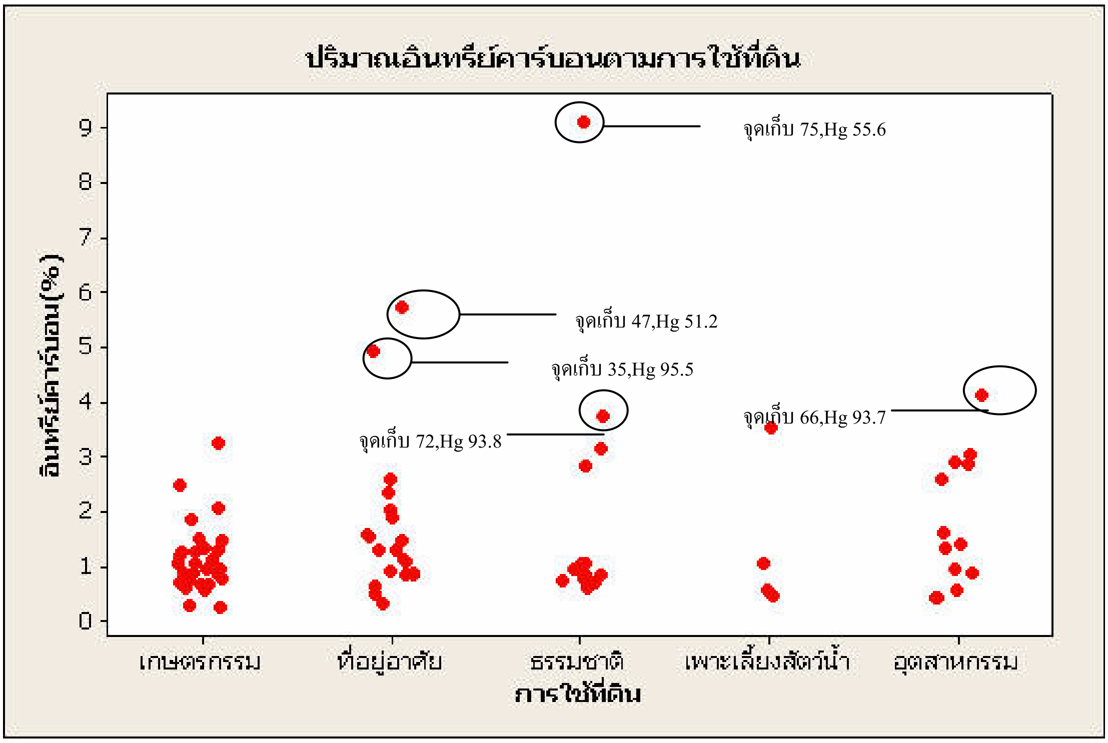
รูปที่ จ-1 ความเข้มข้นของปรอทในดินแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง



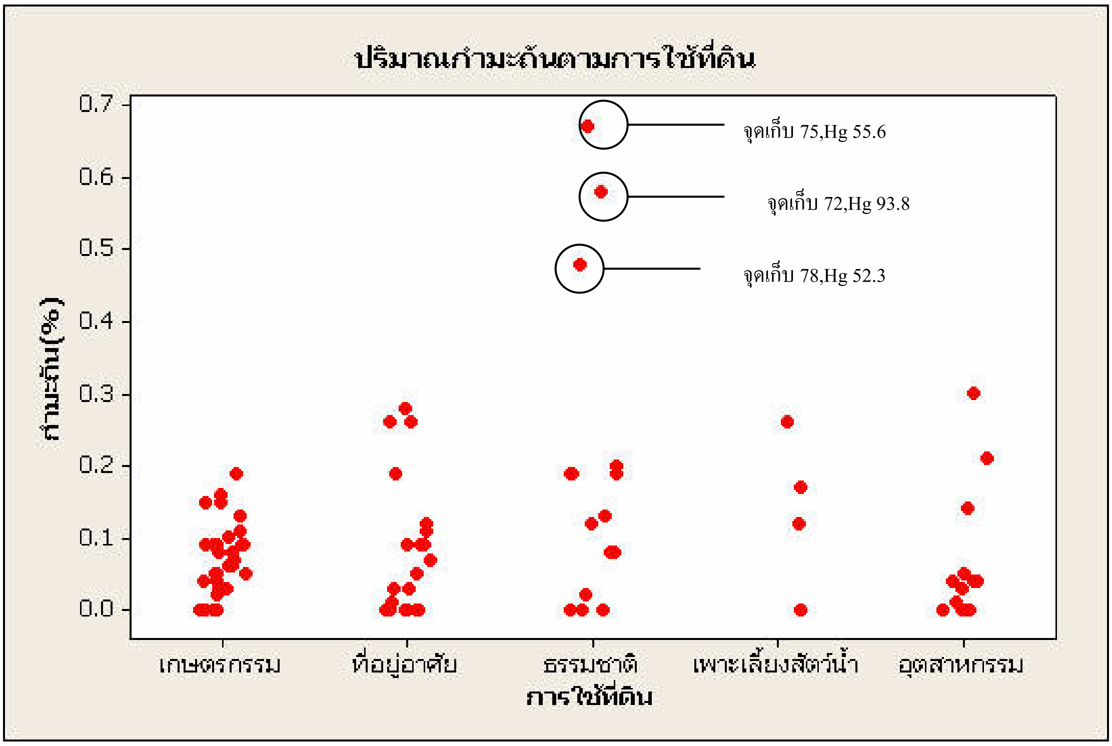
รูปที่ จ-2 Scatter plot ของความเข้มข้นปรอทในดินตามการใช้ประโยชน์ที่ดิน



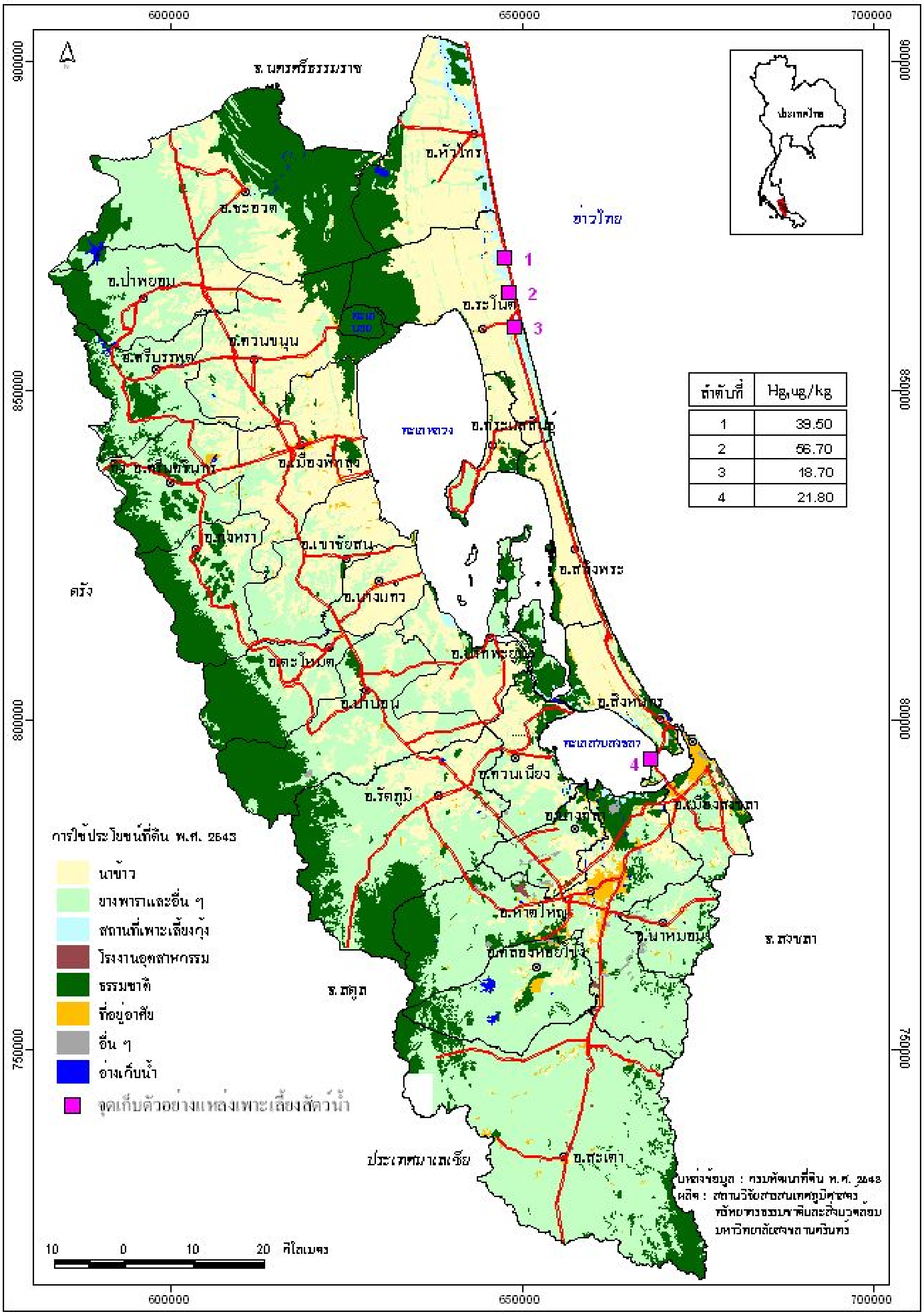
รูปที่ จ-3 Scatter plot ของปริมาณคาร์บอนทั้งหมดกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดิน



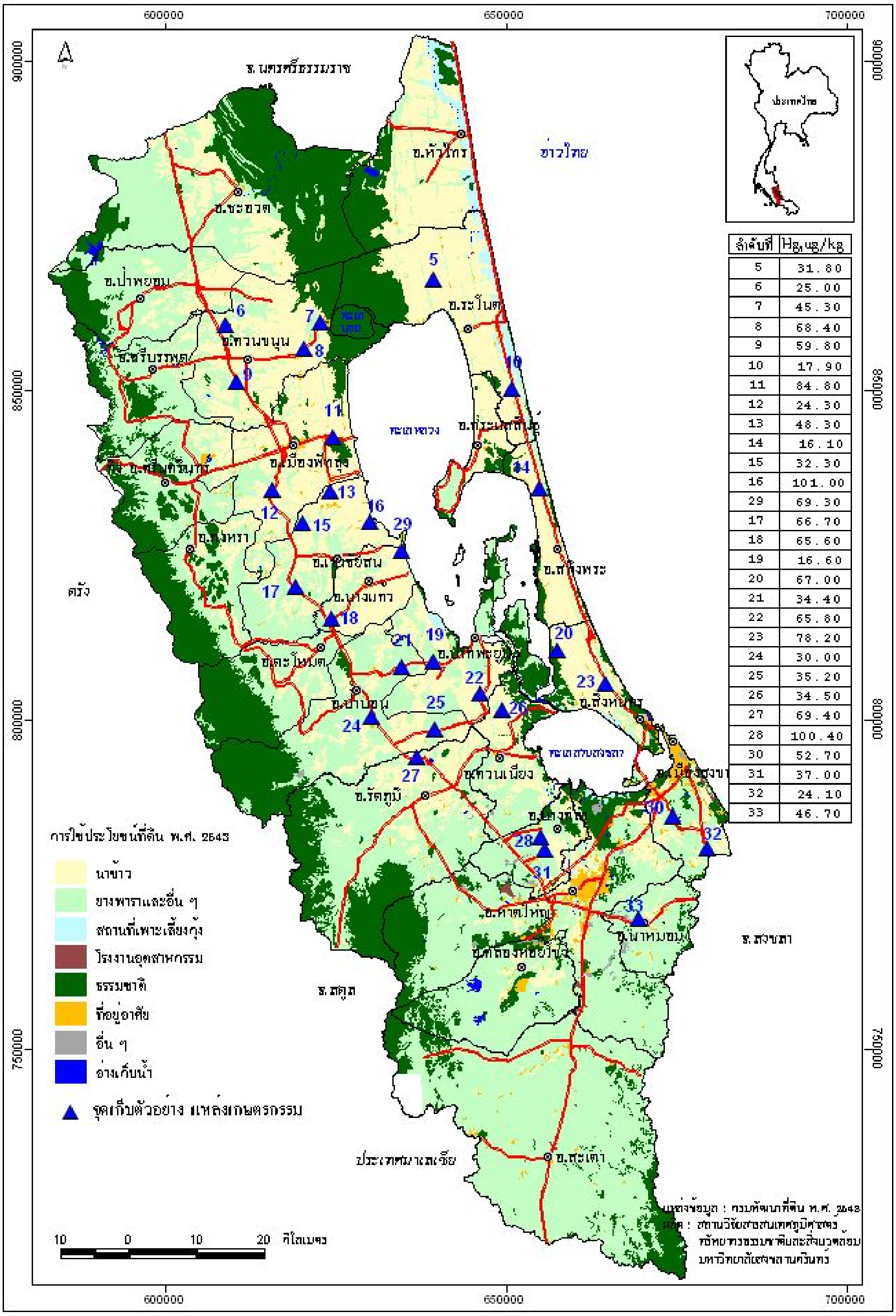
รูปที่ จ-4 Scatter plot ของอินทรีย์คาร์บอนตามกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดิน



รูปที่ จ-5 Scatter plot ของกำมะถันตามกลุ่มการใช้ประโยชน์ที่ดิน

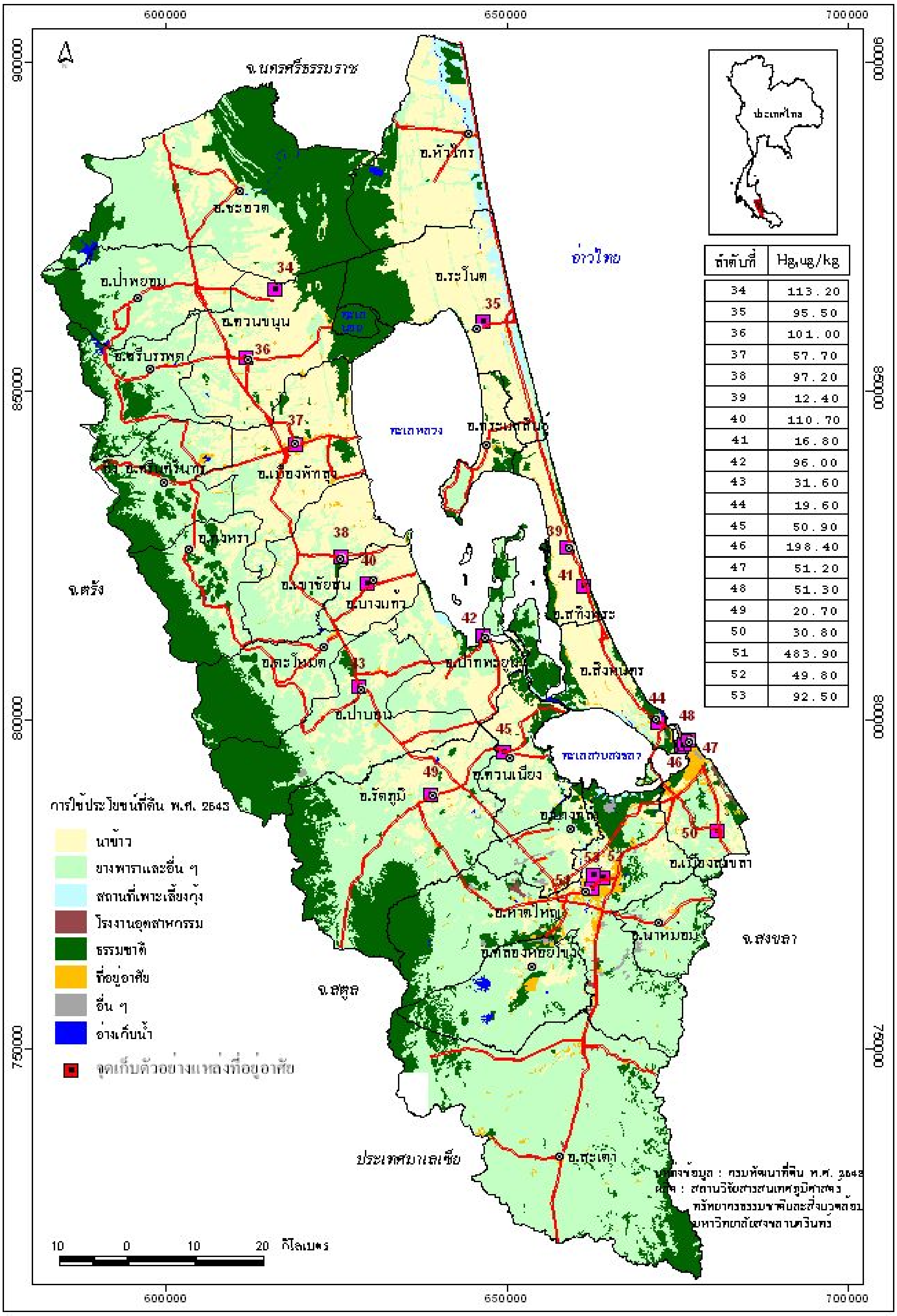


รูปที่ จ-6 การกระจายของปรอทในกลุ่มพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

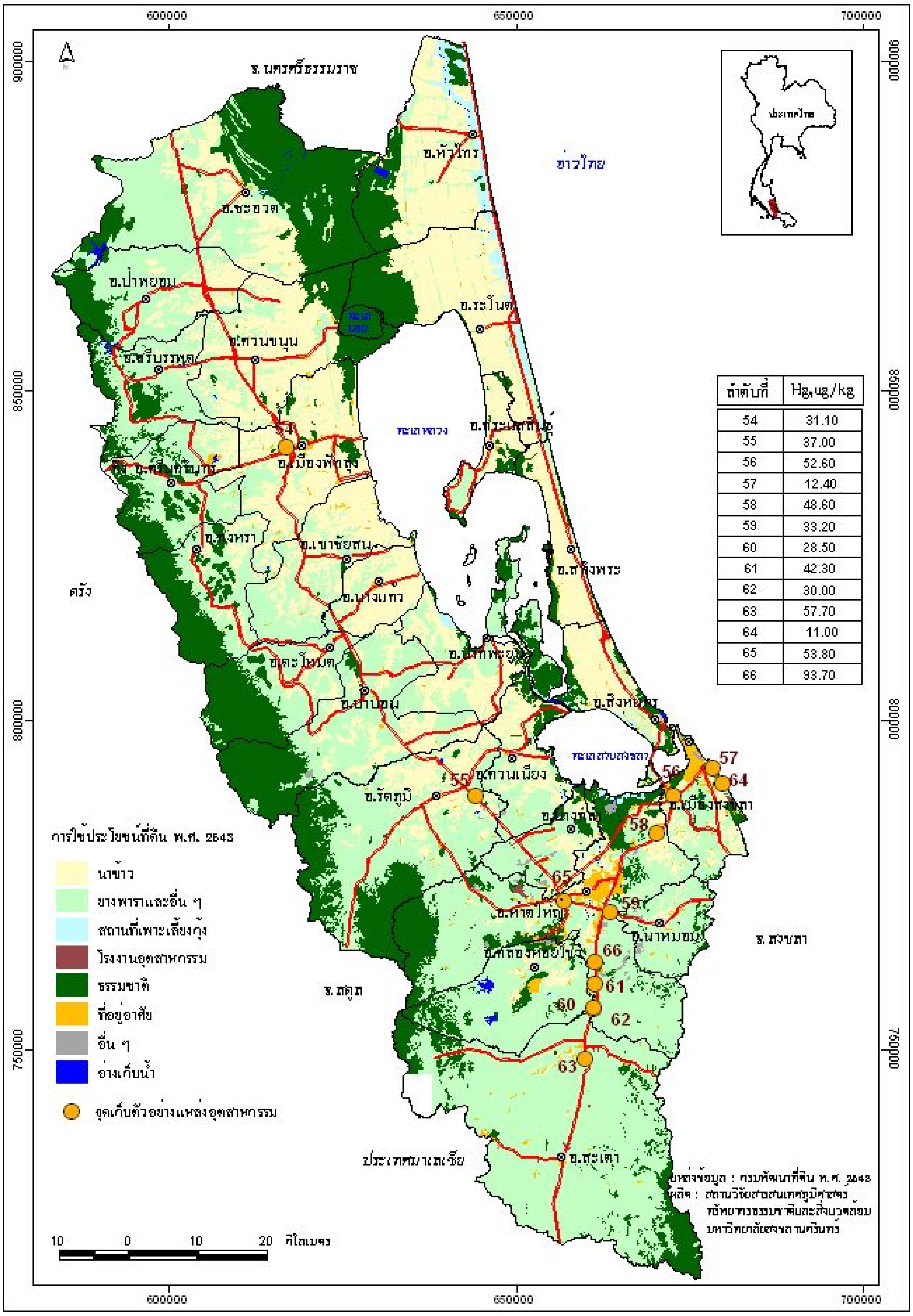


ลำดับที่	Hg,ug/kg
5	31.80
6	25.00
7	45.30
8	68.40
9	59.80
10	17.90
11	84.80
12	24.30
13	48.30
14	16.10
15	32.30
16	101.00
29	69.30
17	66.70
18	65.60
19	16.60
20	67.00
21	34.40
22	65.80
23	78.20
24	30.00
25	35.20
26	34.50
27	69.40
28	100.40
30	52.70
31	37.00
32	24.10
33	46.70

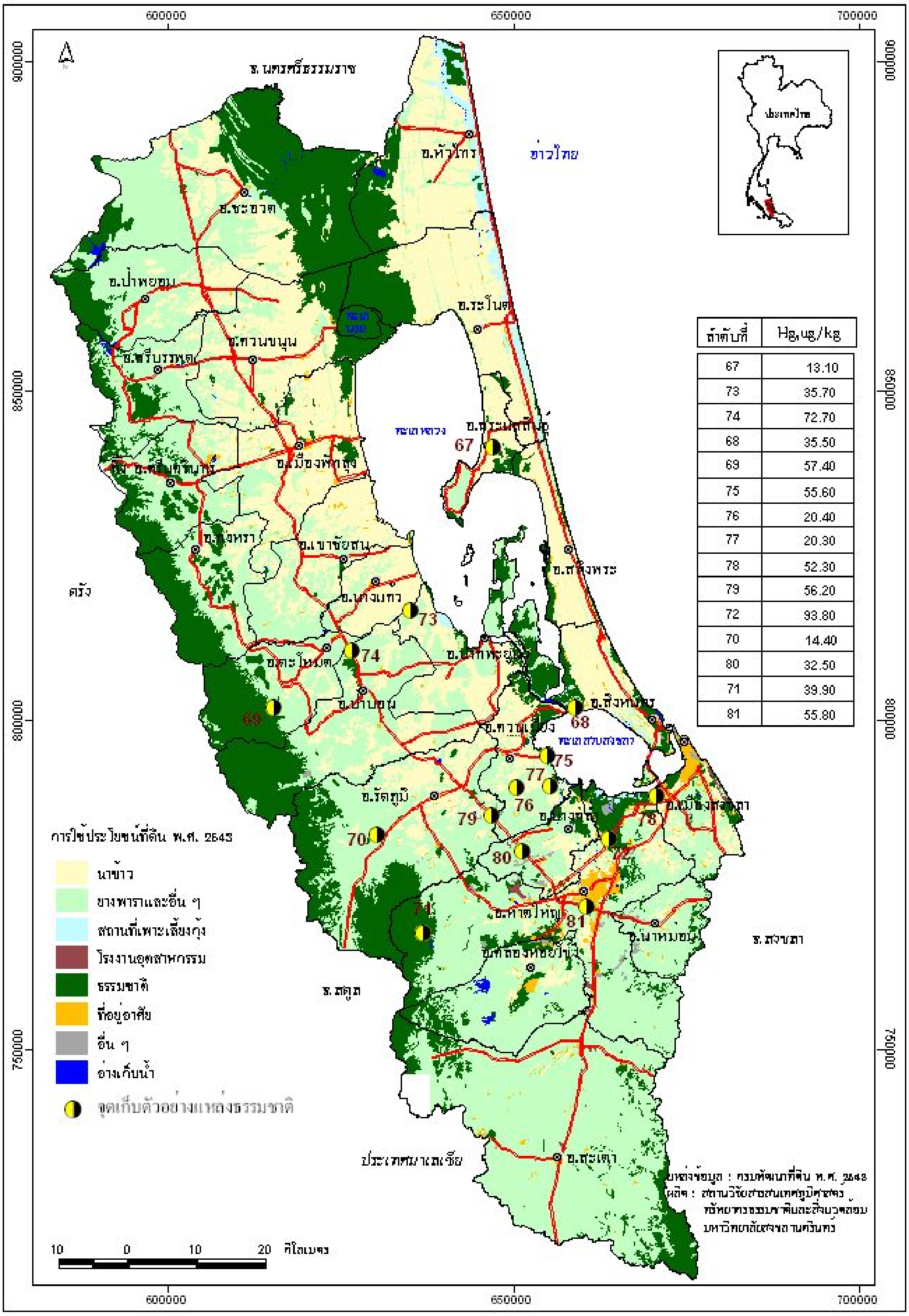
รูปที่ จ-7 การกระจายของปรอทในกลุ่มพื้นที่เกษตรกรรม



รูปที่ จ-8 การกระจายของปรอทในกลุ่มพื้นที่ที่อยู่อาศัย



รูปที่ จ-9 การกระจายของปรอทในกลุ่มพื้นที่อุตสาหกรรม



รูปที่ จ-10 การกระจายของปรอทในกลุ่มพื้นที่ธรรมชาติ