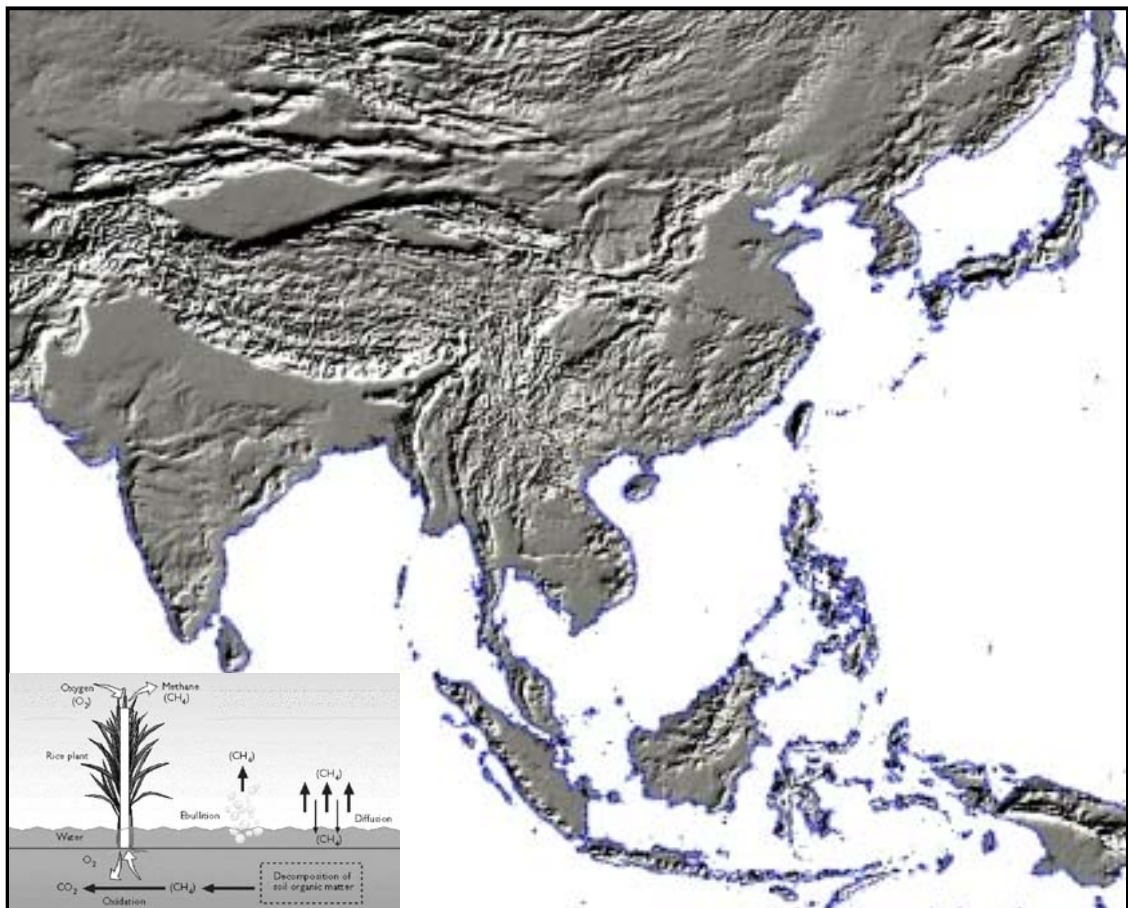




## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

# โครงการพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อประเมินก๊าซเรือนกระจก เฉพาะมีเทนในนาข้าวของประเทศไทย



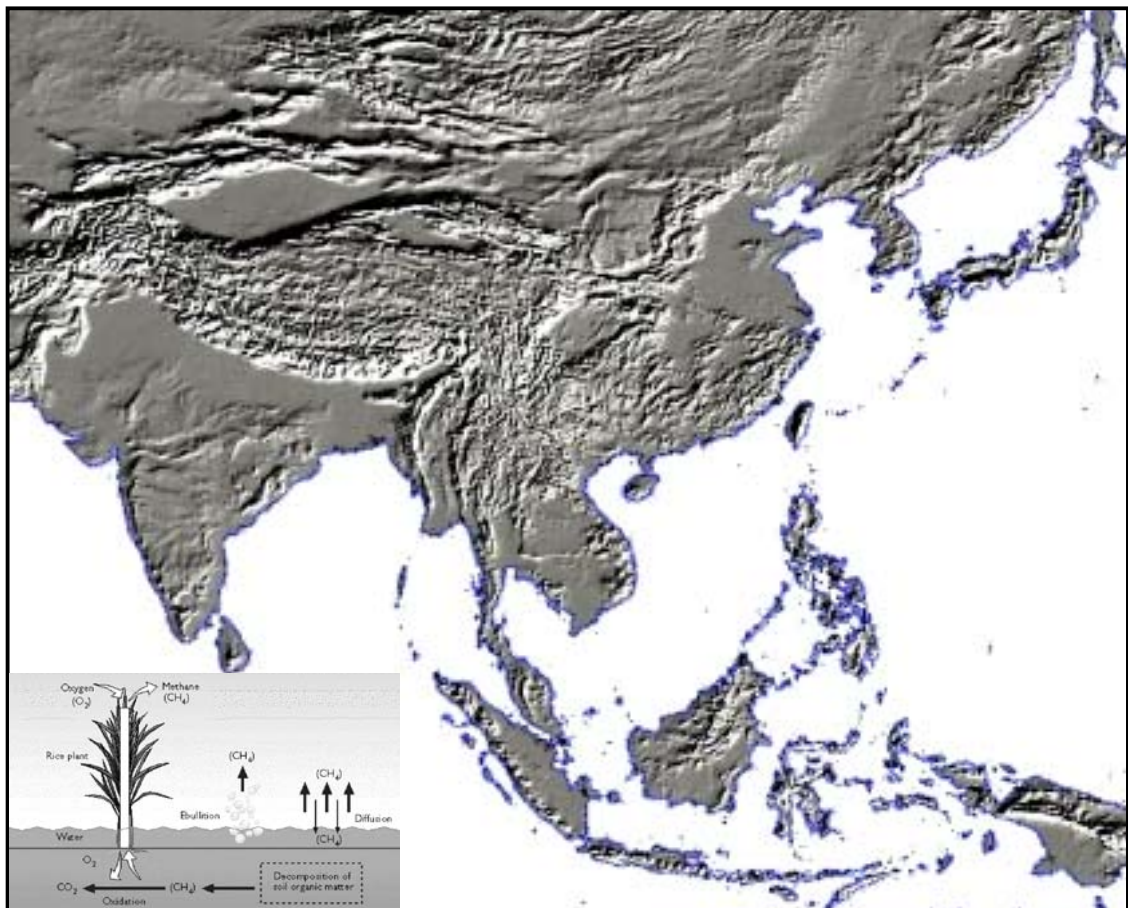
โดย รศ.ดร.อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ และคณะ  
สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

ตุลาคม 2545



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

# โครงการพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อประเมินก๊าซเรือนกระจก เฉพาะมีเทนในนาข้าวของประเทศไทย



โดย รศ.ดร.อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ และคณะ  
สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย



ตุลาคม 2545

รหัสโครงการ : RDG4230009

ชื่อโครงการ : การพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อประเมินก๊าซเรือนกระจกเฉพาะมีเทนในนาข้าวของประเทศไทย

ชื่อนักวิจัย : อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ<sup>1</sup>, อรุณ จักขุจินดา<sup>1</sup>, ปรีดา พากเพียร<sup>1</sup> R.P. Shrestha<sup>1</sup>  
สมชาย ไบม่วง<sup>2</sup> สมนึก ผ่องใส<sup>1</sup> อาคม ไสวนา<sup>1</sup> สุตชาย กำเนิดมณี<sup>1</sup> เบญจรัตน์  
พัฒนพงษ์<sup>1</sup> ชีรพงศ์ แทนโชติ<sup>1</sup> รัชดา ทองไกรลาด<sup>1</sup> วัชรภรณ์ พูลสวัสดิ์<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, <sup>2</sup>กรมอุตุนิยมวิทยา

email address : apisit.eiu@biotec.or.th

ระยะเวลาโครงการ : มิถุนายน 2542 ถึง ตุลาคม 2545

การศึกษาพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อประเมินก๊าซเรือนกระจกเฉพาะมีเทนในนาข้าวของประเทศไทย ในครั้งนี้เป็นการออกแบบและจัดทำฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว การวิเคราะห์และจำแนกนาข้าวออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยยึดวิธีการจำแนกตามระบบของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ด้วยข้อมูลทรัพยากรดิน ข้อมูลการใช้ที่ดิน ข้อมูลชลประทาน ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ระดับละเอียด คุณสมบัติดินที่เกี่ยวข้องกับสภาพพื้นที่ (Terrain) ระดับน้ำท่วมขัง (Flood Depth) ระบบความชื้นดิน (Soil Moisture Regime) และคุณสมบัติอื่น ๆ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) มาสนับสนุนการวิเคราะห์และแสดงผล สามารถแบ่งพื้นที่นาข้าวออกเป็น 7 ประเภท คือ

1. พื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีน้ำขังต่อเนื่องตลอดฤดูกาลเพาะปลูก (Irrigated, continuously flooded)
2. พื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีการขาดแคลนน้ำบางช่วงในฤดูกาล (Irrigated, single aeration)
3. พื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีการขาดแคลนน้ำหลายช่วงในฤดูกาล (Irrigated, multiple aeration)
4. พื้นที่นาข้าวในเขตน้ำฝนมีน้ำขังลึกมาก (Rainfed, very deep water >100 cm.)
5. พื้นที่นาข้าวในเขตน้ำฝนมีน้ำขังลึก (Rainfed, deep water 50-100 cm.)
6. พื้นที่นาข้าวในเขตน้ำฝนมีน้ำขัง 30-50 ซม. (Rainfed, flood prone)
7. พื้นที่นาดอนในเขตน้ำฝนมีน้ำขังลึก (Rainfed, drought prone)

นอกจากนี้คณะศึกษาได้นำเอานาข้าวที่จำแนกตามระบบ IPCC ทั้ง 7 ประเภทมาจำแนกแยกย่อยออกเป็น 112 กลุ่มย่อยโดยใช้ฐานข้อมูลคุณสมบัติดินทางกายภาพและเคมีที่สำคัญ เพื่อให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้นโดยใช้ เนื้อดิน (Soil Texture) ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter) มา

เป็นปัจจัยในการจำแนกแยกย่อย เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับขบวนการการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากนาข้าวที่สำคัญฐานข้อมูลที่ได้จะใช้เป็นฐานในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยเชื่อมโยงกับข้อมูลงานวิจัยในภาคสนามแล้วขยายผล

(Extrapolation) ให้ครอบคลุมทั้งประเทศไทย โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับวิธีการของ IPCC ที่ใช้ประเมินการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวทั่วโลก ในอันดับสุดท้ายจะเป็นการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้งานฐานข้อมูล มีความสะดวก และเป็นระบบที่อัปเดตโน้ตมามากยิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถแก้ไขข้อมูลอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในภาพภาคหน้า เมื่อมีงานทดลองครอบคลุมเพิ่มมากขึ้น เพื่อรองรับสถานการณ์ในอนาคตที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลารวมทั้งเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายของรัฐในเรื่องก๊าซเรือนกระจก ที่มีความสำคัญต่อการกำหนดนโยบายด้านการค้าในระดับนานาชาติอย่างถูกต้องและทันต่อเหตุการณ์

คำหลัก ก๊าซเรือนกระจก มีเทน นาข้าว ฐานข้อมูล

Project Code : RDG4230009

Project Title : Development of Database For Greenhouse Gases Emission with Reference to Methane in Thailand

Investigators : Eiumnoh A<sup>1</sup>, Jugsujinda A.<sup>1</sup>, Parkpian P<sup>1</sup> Shrestha R.P.1,  
Baimoung S<sup>2</sup>, Pongsai S<sup>1</sup>, Kumnerdmanee S<sup>1</sup>, Pattanapong B<sup>1</sup>,  
Tanchot T<sup>1</sup>, Tongkailad R<sup>1</sup>, Poonsawad V<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Asian Institute of Technology<sup>2</sup> Meteorological Department

email address : apisit.eiu@biotec.or.th

Project Duration : June 1999 - October 2002

A study on database development to estimate methane gas emission from paddy field was designed to include all parameters suggested by IPCC. The databases are soil, land use, irrigated area, satellite data, terrain, level of flood and soil moisture regime. These data were established, analyze and overlay by employing Geographic Information System (GIS) technique. The paddy fields were divided into 7 types as follow.

1. Irrigated, continuously flooded
2. Irrigated, single aeration
3. Irrigated, multiple aeration
4. Rainfed, very deep water >100 cm.
5. Rainfed, deep water 50-100 cm.
6. Rainfed, flood prone
7. Rainfed, drought prone

These types of water regimes were grouped into 112 units according to soil physical and chemical properties including soil texture and organic matter content. These databases and program provide opportunity to estimate methane emission and extrapolation to the whole country. This simple program, accurate and fast is developed according to IPCC guidelines. The databases after improving when new field data collection is available will probably obtain better results. The total methane emission from irrigated and continuous flooded in wet and dry season was 23.128 g/m<sup>2</sup>/season and 21.102 g/m<sup>2</sup>/season, respectively. The results from this study provide policy and decision makers to cope the problem of methane gas emission in Thailand.

Keywords: Greenhouse Gases, methane emission, paddy field

## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

### โครงการพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อประเมินก๊าซเรือนกระจก

### เฉพาะมีเทนในนาข้าวของประเทศไทย

#### คณะผู้วิจัย

1. รศ.ดร. อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ
2. รศ.ดร. อรุณ จักขุจินดา
3. รศ.ดร. ปรีดา พากเพียร
4. Dr. R.P. Shrestha
5. นายสมชาย ไบ่ม่วง
6. นายสมนึก ผ่องใส
7. นายอาคม โสวนา
8. นายสุคชาย กำเนิดมณี
9. น.ส. เบญจรัตน์ พัฒนพงษ์
10. นายธีรพงศ์ แทนโชติ
11. น.ส. รัชดา ทองโกรลาด
12. นางวัชรภรณ์ พูลสวัสดิ์

#### สังกัด

- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- กรมอุตุนิยมวิทยา
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย
- สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

## บทคัดย่อ

การศึกษาพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อประเมินก๊าซเรือนกระจกเฉพาะมีเทนในนาข้าวของประเทศไทย ในครั้งนี้เป็นการออกแบบและจัดทำฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว การวิเคราะห์และจำแนกนาข้าวออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยยึดวิธีการจำแนกตามระบบของ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) ด้วยข้อมูลทรัพยากรดิน ข้อมูลการใช้ที่ดิน ข้อมูลชลประทาน ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ระดับละเอียด คุณสมบัติดินที่เกี่ยวข้องกับสภาพพื้นที่ (Terrain) ระดับน้ำท่วมขัง (Flood Depth) ระบบความชื้นดิน (Soil Moisture Regime) และคุณสมบัติอื่น ๆ โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) มาสนับสนุนการวิเคราะห์และแสดงผล สามารถแบ่งพื้นที่นาข้าวออกเป็น 7 ประเภท คือ

1. พื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีน้ำขังต่อเนื่องตลอดฤดูกาลเพาะปลูก (Irrigated, continuously flooded)
2. พื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีการขาดแคลนน้ำบางช่วงในฤดูกาล (Irrigated, single aeration)
3. พื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีการขาดแคลนน้ำหลายช่วงในฤดูกาล (Irrigated, multiple aeration)
4. พื้นที่นาข้าวในเขตน้ำฝนมีน้ำขังลึกมาก (Rainfed, very deep water >100 cm.)
5. พื้นที่นาข้าวในเขตน้ำฝนมีน้ำขังลึก (Rainfed, deep water 50-100 cm.)
6. พื้นที่นาข้าวในเขตน้ำฝนมีน้ำขัง 30-50 ซม. (Rainfed, flood prone)
7. พื้นที่นาดอนในเขตน้ำฝนมีน้ำขังลึก (Rainfed, drought prone)

นอกจากนี้คณะศึกษาได้นำเอานาข้าวที่จำแนกตามระบบ IPCC ทั้ง 7 ประเภทมาจำแนกแยกย่อยออกเป็น 112 กลุ่มย่อยโดยใช้ฐานข้อมูลคุณสมบัติดินทางกายภาพและเคมีที่สำคัญ เพื่อให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้นโดยใช้ เนื้อดิน (Soil Texture) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter) มาเป็นปัจจัยในการจำแนกแยกย่อย เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับขบวนการการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากนาข้าวที่สำคัญ

ฐานข้อมูลที่ได้จะใช้เป็นฐานในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในฤดูฝนและฤดูแล้ง โดยเชื่อมโยงกับข้อมูลงานวิจัยในภาคสนามแล้วขยายผล (Extrapolation) ให้ครอบคลุมทั้งประเทศไทย โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับวิธีการของ IPCC ที่ใช้ประเมินการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวทั่วโลก ในอันดับสุดท้ายจะเป็นการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้งานฐานข้อมูล มีความสะดวก และเป็นระบบที่อัตโนมัติมากยิ่งขึ้น รวมทั้งสามารถแก้ไขข้อมูลอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในภาคหน้า เมื่อมีงานทดลองครอบคลุมเพิ่มมากขึ้น เพื่อรองรับสถานการณ์ในอนาคตที่เปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา รวมทั้งเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายของรัฐในเรื่องก๊าซเรือนกระจก ที่มีความสำคัญต่อการกำหนดนโยบายด้านการค้าในระดับนานาชาติอย่างถูกต้องและทันต่อเหตุการณ์

## **Abstract**

A study on database development to estimate methane gas emission from paddy field was designed to include all parameters suggested by IPCC. The databases are soil, land use, irrigated area, satellite data, terrain, level of flood and soil moisture regime. These data were established, analyze and overlay by employing Geographic Information System (GIS) technique. The paddy fields were divided into 7 types as follow.

1. Irrigated, continuously flooded
2. Irrigated, single aeration
3. Irrigated, multiple aeration
4. Rainfed, very deep water >100 cm.
5. Rainfed, deep water 50-100 cm.
6. Rainfed, flood prone
7. Rainfed, drought prone

These types of water regimes were grouped into 112 units according to soil physical and chemical properties including soil texture and organic matter content.

These databases and program provide opportunity to estimate methane emission and extrapolation to the whole country. This simple program, accurate and fast is developed according to IPCC guidelines. The databases after improving when new field data collection is available will probably obtain better results. The total methane emission from irrigated and continuous flooded in wet and dry season was 23.128 g/m<sup>2</sup>/season and 21.102 g/m<sup>2</sup>/season, respectively. The results from this study provide policy and decision makers to cope the problem of methane gas emission in Thailand.

## กิตติกรรมประกาศ

สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่ได้มอบหมายความไว้วางใจที่ปรึกษาดำเนินการศึกษาโครงการพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อประเมินก๊าซเรือนกระจกเฉพาะมีเทนในนาข้าวของประเทศไทย และคณะกรรมการทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและสนับสนุนเป็นอย่างดียิ่งตลอดเวลา ทำให้การดำเนินงานโครงการลุล่วงไปด้วยดี คณะที่ปรึกษาจึงใคร่ขอขอบคุณเป็นพิเศษต่อบุคคลดังมีรายชื่อต่อไปนี้

- |                                |                                                                            |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1. ดร. เกษม สนิทวงษ์ ณ อยู่ธยา | อดีตปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<br>และสิ่งแวดล้อม                   |
| 2. ดร. ศักดิ์สิทธิ์ ศรีเดช     | เลขาธิการสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม                                   |
| 3. รศ. สุชาติา ชินะจิตร        | ผู้อำนวยการฝ่ายสวัสดิภาพสาธารณะ (ฝ่าย 3)<br>สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย |
| 4. รศ.ดร.จริยา บุญวัฒน์        | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย                                                      |
| 5. ดร. กัณห์ธิ์ บุญประกอบ      | คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง                                         |
| 6. ดร. สุวรรณิ อัสวกุลชัย      | ผู้ประสานงานชุดคุณภาพอากาศ                                                 |
| 7. ดร. อำนาจ คอวนิช            | ผู้ประสานงานโครงการ DSS.<br>สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย                 |
| 8. ดร. ลัดดาวัลย์ วรรณนุช      | สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร                                            |
| 9. ดร. สุพรรณ กาญจนสุธรรม      | ศูนย์สารสนเทศการเกษตร<br>สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร                          |
| 10. ดร. อัมภาพร ไกรพานนท์      | สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม                                            |
| 11. ดร. ศรีสุตา จารยะพันธ์     | สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม                                            |
| 12. คุณวยากรณ์ งามจรรยาภรณ์    | สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย                                             |

คณะศึกษาโครงการพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อประเมินก๊าซเรือนกระจกเฉพาะมีเทนในนาข้าวของประเทศไทย

| ลำดับ | รายชื่อ                     | คุณวุฒิ | ตำแหน่ง                         |
|-------|-----------------------------|---------|---------------------------------|
| 1     | รศ.ดร. อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ | Ph. D.  | หัวหน้าคณะศึกษา                 |
| 2     | รศ.ดร. อรุณ จักขุจินดา      | Ph. D.  | ผู้เชี่ยวชาญด้านก๊าซมีเทน       |
| 3     | รศ.ดร. ปรีดา พากเพียร       | Ph. D.  | ผู้เชี่ยวชาญด้านก๊าซมีเทน       |
| 4     | Dr. R.P. Shrestha           | Ph. D.  | ผู้เชี่ยวชาญด้านภาพถ่ายดาวเทียม |
| 5     | นายสมชาย ไบ่ม่วง            | M. Sc.  | ผู้เชี่ยวชาญด้านอุตุนิยมวิทยา   |
| 6     | นายสมนึก ผ่องใส             | M. Sc.  | นักวิชาการ GIS                  |
| 7     | นายอาคม โสวนา               | M. Sc.  | นักวิชาการ GIS                  |
| 8     | นายสุตชาย กำเนิดมณี         | M. Sc.  | นักวิชาการ GIS                  |
| 9     | น.ส. เบญจรัตน์ พัฒนพงษ์     | M. Sc.  | นักวิชาการ GIS                  |
| 10    | นายธีรพงศ์ แทนโชติ          | B. Sc.  | นักวิชาการ GIS                  |
| 11    | น.ส. รัชดา ทองโกรลาด        | B. Ba.  | ผู้ประสานงานโครงการ             |
| 12    | นางวัชรารมณ์ พูลสวัสดิ์     | B. Ed.  | เลขานุการโครงการ                |

## สารบัญ

|                                                           | หน้า |
|-----------------------------------------------------------|------|
| ปกใน                                                      | i    |
| บทคัดย่อภาษาไทย                                           | ii   |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ                                        | iii  |
| กิตติกรรมประกาศ                                           | iv   |
| คณะศึกษาโครงการ                                           | v    |
| สารบัญ                                                    | vi   |
| สารบัญตาราง                                               | vii  |
| สารบัญรูป                                                 | viii |
| <br>                                                      |      |
| <b>1      บทนำ</b>                                        |      |
| 1.1 บทนำ                                                  | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา                               | 2    |
| 1.3 เป้าหมายของการศึกษา                                   | 2    |
| 1.4 ขอบเขตการศึกษา                                        | 2    |
| <b>2      วิธีการศึกษา</b>                                |      |
| 2.1 หลักการในการศึกษา                                     | 3    |
| 2.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา                  | 5    |
| 2.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและพัฒนาโปรแกรม                 | 6    |
| <b>3      ผลการศึกษา</b>                                  |      |
| 3.1 ลักษณะนาข้าวและธรณีสัณฐานของประเทศไทย                 | 40   |
| 3.2 นาข้าวจำแนกตามระบบ IPCC                               | 42   |
| 3.3 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว                   | 54   |
| 3.4 โปรแกรมเรียกใช้ฐานข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว | 54   |
| 3.5 ความสามารถของโปรแกรม                                  | 59   |

## สารบัญตาราง

|                                                       | หน้า |
|-------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ 1 แสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในฤดูฝน   | 55   |
| ตารางที่ 2 แสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในฤดูแล้ง | 55   |

## สารบัญรูป

|                                                            | หน้า |
|------------------------------------------------------------|------|
| รูปที่ 1-1 การแบ่งภาคของประเทศไทย                          | 7    |
| รูปที่ 2-1 ขอบเขตการปกครองของภาคกลาง                       | 8    |
| รูปที่ 2-2 ขอบเขตการปกครองของภาคเหนือ                      | 9    |
| รูปที่ 2-3 ขอบเขตการปกครองของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ         | 10   |
| รูปที่ 2-4 ขอบเขตการปกครองของภาคตะวันออก                   | 11   |
| รูปที่ 2-5 ขอบเขตการปกครองของภาคใต้                        | 12   |
| รูปที่ 2-6 สภาพพื้นที่ของภาคกลาง                           | 13   |
| รูปที่ 2-7 สภาพพื้นที่ของภาคเหนือ                          | 14   |
| รูปที่ 2-8 สภาพพื้นที่ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ             | 15   |
| รูปที่ 2-9 สภาพพื้นที่ของภาคตะวันออก                       | 16   |
| รูปที่ 2-10 สภาพพื้นที่ของในภาคใต้                         | 17   |
| รูปที่ 2-11 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินภาคกลาง               | 18   |
| รูปที่ 2-12 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินในภาคเหนือ            | 19   |
| รูปที่ 2-13 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | 20   |
| รูปที่ 2-14 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินภาคตะวันออก           | 21   |
| รูปที่ 2-15 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินภาคใต้                | 22   |
| รูปที่ 2-16 ประเภทเนื้อดินของดินภาคกลาง                    | 23   |
| รูปที่ 2-17 ประเภทเนื้อดินของดินภาคเหนือ                   | 24   |
| รูปที่ 2-18 ประเภทเนื้อดินของดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ      | 25   |
| รูปที่ 2-19 ประเภทเนื้อดินของดินภาคตะวันออก                | 26   |
| รูปที่ 2-20 ประเภทเนื้อดินของดินภาคใต้                     | 27   |
| รูปที่ 2-21 ปฏิกริยาดินของดินภาคกลาง                       | 28   |
| รูปที่ 2-22 ปฏิกริยาดินของดินภาคเหนือ                      | 29   |
| รูปที่ 2-23 ปฏิกริยาดินของดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือ         | 30   |
| รูปที่ 2-24 ปฏิกริยาดินของดินภาคตะวันออก                   | 31   |
| รูปที่ 2-25 ปฏิกริยาดินของดินภาคใต้                        | 32   |
| รูปที่ 2-26 พื้นที่นาข้าวของภาคกลาง                        | 33   |
| รูปที่ 2-27 พื้นที่นาข้าวของภาคเหนือ                       | 34   |
| รูปที่ 2-28 พื้นที่นาข้าวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ          | 35   |
| รูปที่ 2-29 พื้นที่นาข้าวของภาคตะวันออก                    | 36   |

## สารบัญรูป (ต่อ)

|                                                                          | หน้า |
|--------------------------------------------------------------------------|------|
| รูปที่ 2-30 พื้นที่นาข้าวของภาคใต้                                       | 37   |
| รูปที่ 3-1 พื้นที่นาข้าวของภาคกลางในฤดูฝนจำแนกตามระบบ IPCC               | 43   |
| รูปที่ 3-2 พื้นที่นาข้าวของภาคกลางในฤดูแล้งจำแนกตามระบบ IPCC             | 44   |
| รูปที่ 3-3 พื้นที่นาข้าวของภาคเหนือในฤดูฝนจำแนกตามระบบ IPCC              | 46   |
| รูปที่ 3-4 พื้นที่นาข้าวของภาคเหนือในฤดูแล้งจำแนกตามระบบ IPCC            | 47   |
| รูปที่ 3-5 พื้นที่นาข้าวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูฝนจำแนกตามระบบ IPCC | 49   |
| รูปที่ 3-6 พื้นที่นาข้าวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูฝนจำแนกตามระบบ IPCC | 51   |
| รูปที่ 3-7 พื้นที่นาข้าวของภาคใต้ในฤดูฝนจำแนกตามระบบ IPCC                | 53   |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชากรร้อยละ 80 ประกอบอาชีพการเกษตร การทำนาข้าว นับว่าเป็นส่วนที่สำคัญอันดับหนึ่งของภาคการเกษตรในประเทศไทย เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศที่เอื้ออำนวยต่อการทำนาแบบน้ำขัง พื้นที่ปลูกข้าวของประเทศไทยมากกว่าร้อยละ 80 เป็นการทำนาชนิดนาข้าวขัง ซึ่งมีระดับน้ำในนาสูง 1-1.5 เมตร และชาวนาขังน้ำไว้ตลอดช่วงฤดูการเพาะปลูก กิจกรรมดังกล่าวเป็นที่ทราบกันดีถึงปฏิกิริยาทางเคมีในสภาพน้ำขัง และการปลดปล่อยก๊าซมีเทนซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกและมีผลต่อภูมิอากาศโลก และเป็นที่มาของปัญหาที่รัฐบาลไทยจะต้องศึกษาและกำหนดแนวทางให้สอดคล้องกับทิศทางของโลก ผลการวิจัยพบว่าก๊าซมีเทนในบรรยากาศได้เพิ่มความเข้มข้นมากขึ้นเป็น 2 เท่าในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา หลังจากที่มีความเข้มข้นคงตัวอยู่ประมาณ 10,000 ปี โดยที่ทศวรรษปัจจุบันมีอัตราการเพิ่มขึ้นของก๊าซมีเทนในบรรยากาศร้อยละ 0.9 ต่อปี (USAD, 1994 อ้างในอรรวรรณ, 2002) และมีการคาดการณ์ล่วงหน้าในปี 2025 จะมีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวทั่วโลก 78 Tg (Terra gram) และในปี 2100 ในปริมาณ 84 Tg ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามการปลดปล่อยก๊าซมีเทนไม่ได้เกิดจากกิจกรรมนาข้าวเพียงอย่างเดียว หากเกิดจากหลายกิจกรรม เช่น การปศุสัตว์ ขยะมูลฝอย และกิจกรรมอื่นๆ

จากผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อมโลกจากก๊าซเรือนกระจกดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อทางลบต่อการผลิตข้าวในประเทศไทย ผลกระทบดังกล่าวจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งแวดล้อมโลกเนื่องจากก๊าซเรือนกระจก โดยมีข้อผูกพันของอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเป็นจุดเชื่อมโยงพันธกรณีของประเทศภาคีอนุสัญญา 154 ประเทศ รวมทั้งประเทศไทยด้วย โดยมีข้อตกลงในเรื่องการประมาณการปลดปล่อยและกักเก็บก๊าซเรือนกระจก การกำหนดมาตรการป้องกันและลดความรุนแรงของก๊าซเรือนกระจก เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติที่จะบรรเทาการเปลี่ยนแปลงโลก โดยมีเป้าหมายที่คาดหวังคือการรักษาระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสภาพภูมิอากาศโลก

เมื่อเป็นเช่นนั้นการตอบคำถามที่ว่าประเทศไทยเป็นประเทศที่ปลูกข้าวมากและส่งออกข้าวเป็นสินค้าออกเป็นอันดับ 1 ของโลก จะมีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในปริมาณเท่าไร อยู่ในสัดส่วนเท่าไรของก๊าซเรือนกระจกของโลก และจะต้องดำเนินการลดผลกระทบอย่างไร สิ่งที่ต้องปฏิบัติได้ในตอนนี้ก็คืองานด้านศึกษาวิจัยประมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว การจัดทำฐานข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ก๊าซมีเทนในระดับประเทศเพื่อเตรียมพร้อมรับสถานการณ์ล่วงหน้า การกำหนดนโยบายในเชิงรุก หรือกำหนดมาตรการป้องกันและผลกระทบจากปัญหาดังกล่าวให้เป็นรูปธรรม

จากเหตุผลดังกล่าว ทางสำนักงานสนับสนุนกองทุนวิจัยแห่งประเทศไทยได้เล็งเห็นความจำเป็นเร่งด่วนในการสนับสนุนการกำหนดนโยบายของรัฐในเรื่องก๊าซเรือนกระจกในระยะต่างๆ จึงได้มอบหมายให้ทางสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) เป็นผู้ศึกษาและจัดทำฐานข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อดำเนินการศึกษาและจัดทำฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศไทย
2. เพื่อเชื่อมโยงผลการศึกษาวิจัยการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในภาคสนามเข้ากับฐานข้อมูลเพื่อขยายผลให้ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศไทย

## 1.3 เป้าหมายของการศึกษา

1. เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลทางด้านวิชาการให้ใช้ในการประเมินการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในช่วงระยะเวลาต่างๆ
2. เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในด้านการวางแผนการจัดการพื้นที่นาข้าวในเชิงของการควบคุมและกำหนดนโยบายเรื่องสถานะเรือนกระจกของประเทศไทยและเชื่อมโยงเครือข่ายกับนานาชาติ

## 1.4 ขอบเขตของการศึกษา

ขอบเขตของการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียจะเป็นผู้ศึกษาและจัดสร้างฐานข้อมูลเชิงพื้นที่จากปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว และเชื่อมโยงผลการศึกษากการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในภาคสนามจากสถาบันหรือนักวิจัยอื่นๆ เพื่อขยายผลให้ครอบคลุมทั่วประเทศไทย

## บทที่ 2

### วิธีการศึกษา

#### 2.1 หลักการศึกษา

ในการศึกษาพัฒนาฐานข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในครั้งนี้ จะเป็นการสร้างฐานข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับขบวนการการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในระดับประเทศ โดยรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานต่างๆ มาจัดระเบียบ นำเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล กำหนดเงื่อนไข และสร้างแบบจำลองให้สอดคล้องกับขบวนการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวภายใต้ความแตกต่างของลักษณะทางกายภาพและทางเคมีที่สำคัญ เป็นตัวกำหนดอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทน โดยใช้แนวทางในการจำแนกพื้นที่นาข้าวของ IPCC เป็นมาตรฐาน ในการศึกษาเพื่อให้สามารถใช้ได้ในระดับนานาชาติ และเชื่อมโยงผลการศึกษากการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในภาคสนามจากสถาบันหรือนักวิจัยอื่นๆ เพื่อขยายผลให้ครอบคลุมทั่วประเทศไทย การประเมินการปลดปล่อยก๊าซมีเทน จะดำเนินการจัดทำกรณีตัวอย่าง ในปี พ.ศ. 2539-2542 ในฤดูฝน และฤดูแล้ง เพื่อเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องไปในการประเมินในปีต่อๆ ไป

ในการจัดทำฐานข้อมูลครั้งนี้ได้นำเอาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ในการจัดทำฐานข้อมูล วิเคราะห์และขยายผลไปสู่พื้นที่ที่มีระบบนิเวศวิทยาที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน

##### 2.1.1 พื้นฐานการจำแนกพื้นที่นาข้าวของ IPCC

การจำแนกพื้นที่นาข้าวออกเป็นโซน ตามวิธีการจำแนกของ IPCC ได้ให้ความสำคัญของ ความลึก และระยะเวลาของน้ำที่ท่วมขังพื้นที่นาข้าวและแบ่งแยกพื้นที่นาข้าวออกเป็นระบบชลประทานและเขตอาศัยน้ำฝน ปัจจัยดังกล่าวจะมีผลต่ออัตราการปลดปล่อยของก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่แตกต่างกัน โดย IPCC ได้ให้ Scaling Factors ไว้เป็นฐานในการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ซึ่งทางคณะศึกษาได้เห็นชอบกับวิธีการจำแนกนาข้าวเพราะเป็นไปได้ในทางปฏิบัติในระดับนานาชาติ ภายใต้พื้นฐานอันเดียวกัน ซึ่งรายละเอียดของพื้นที่นาข้าวดังกล่าวประกอบด้วย

1. พื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีน้ำขังต่อเนื่องตลอดฤดูกาลเพาะปลูก (Irrigated, continuously flooded)
2. พื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีการขาดแคลนนํ้าหนึ่งครั้งในฤดูกาล (Irrigated, single aeration)
3. พื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีการขาดแคลนนํ้าหลายครั้งในฤดูกาล (Irrigated, multiple aeration)
4. พื้นที่นาข้าวในเขตนํ้าฝนมีน้ำขังลึกมาก (Rainfed, very deep water >100 cm.)
5. พื้นที่นาข้าวในเขตนํ้าฝนมีน้ำขังลึก (Rainfed, deep water 50-100 cm.)
6. พื้นที่นาข้าวในเขตนํ้าฝนมีน้ำขัง 30-50 ซม. (Rainfed, flood prone)
7. พื้นที่นาดอนในเขตนํ้าฝนมีโอกาสดแล้ง (Rainfed, drought prone)

### 2.1.2 การจำแนกพื้นที่น้ำข้าวตามระบบนิเวศวิทยา

จากวิธีการจำแนกนาข้าวของ IPCC ดังกล่าวข้างต้นในทางปฏิบัติสามารถจำแนกได้โดยใช้ลักษณะของพื้นที่ (Landform) ในพื้นที่นาข้าวในภูมิภาคต่างๆ ของประเทศไทย ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับสภาพการขังน้ำในพื้นที่นาข้าวโดยตรง นอกจากนี้ข้อมูลแสดงความลึกของน้ำจากการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน พื้นที่ชลประทาน จะเป็นข้อมูลหลักที่นำมาใช้ในการจำแนกนาข้าวดังกล่าวข้างต้นได้ แต่อย่างไรก็ตามในเชิงของวิทยาศาสตร์ทางดินต่อความเกี่ยวข้องของการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากดินภายใต้สภาพน้ำขังหรือในพื้นที่นาข้าวแบบนาข้าวขังยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่ออัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนอีกหลายปัจจัย เช่น ปริมาณ Biomass หรือฟางข้าวที่สะสมในดินที่จุลินทรีย์ทำการย่อยสลายภายใต้การขาดออกซิเจน ซึ่งจะเชื่อมโยงมาถึงการวิธีการจัดการ พันธุ์ข้าว ปุ๋ย อื่นๆ สมบัติทางกายภาพเคมีของดินก็เช่นกันที่มีผลต่อการย่อยสลายอินทรีย์วัตถุในดินและการปลดปล่อยก๊าซมีเทนภายใต้สภาพน้ำขัง

จากการนำเอาค่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทนที่ทดลองในภาคสนามจากหลายแปลงทดลองนำมาเปรียบเทียบทางสถิติกับดินที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินต่างกัน และปัจจัยอื่นคงที่ พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำหรับเนื้อดิน ปฏิกริยาดิน ก็เช่นกัน แต่หากจะนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งหมดมาเข้าแบบจำลองเพื่อการประเมินการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในระดับประเมินทั้งประเทศ ในทางปฏิบัติไม่สามารถจะดำเนินการได้ในระยะเวลาอันสั้น เนื่องจากฐานข้อมูลบางอย่างยังอยู่ในช่วงจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ เช่น พันธุ์ข้าว การใช้ปุ๋ย และการจัดการด้านอื่นๆ ในลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถระบุพิกัดได้

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงได้นำเอาแนวทางของการจำแนกนาข้าวของ IPCC มาใช้เป็นฐานในการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในประเทศไทยในระดับกว้างๆ โดยแบ่งออกเป็น 7 ประเภทนาข้าว และขยายผลไปสู่พื้นที่ที่มีลักษณะเดียวกันให้ครอบคลุมทั่วประเทศ นอกจากนี้คณะศึกษาได้นำเอานาข้าวที่จำแนกตามระบบ IPCC ทั้ง 7 ประเภทมาจำแนกแยกย่อยออกเป็น 112 กลุ่มย่อยโดยใช้ฐานข้อมูลสมบัติดินทางกายภาพและเคมีที่สำคัญเพื่อให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ได้แก่ เนื้อดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ปฏิกริยาดิน มาเป็นปัจจัยในการจำแนกแยกย่อย เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับขบวนการการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่สำคัญ และฐานข้อมูลดังกล่าวมีความพร้อมและเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ แต่อย่างไรก็ตามในอนาคตหากความพร้อมทางด้านข้อมูล ปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ สามารถนำมาเพิ่มในแบบจำลองเพื่อให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

ประเภทนาข้าวตามระบบนิเวศวิทยาดังกล่าวประกอบด้วย

1. พื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีน้ำขังต่อเนื่องตลอดฤดูกาลเพาะปลูก
2. พื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีการขาดแคลนนํ้าหนึ่งครั้งในฤดูกาล
3. พื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีการขาดแคลนนํ้าหลายครั้งในฤดูกาล
4. พื้นที่นาข้าวในเขตน้ำฝนมีน้ำขังลึกมาก
5. พื้นที่นาข้าวในเขตน้ำฝนมีน้ำขังลึก
6. พื้นที่นาข้าวในเขตน้ำฝนมีน้ำขัง 30-50 ซม.

## 7. พื้นที่นาดอนในเขตน้ำฝนมีโอกาสดัง

ในแต่ละประเภทดังกล่าวจะประกอบไปด้วยความแตกต่างกันของคุณสมบัติเนื้อดินอินทรีย์วัตถุ และปฏิกิริยาดิน ตัวอย่าง เช่น พื้นที่นาข้าวในเขตชลประทานมีน้ำขังต่อเนื่องตลอดฤดูกาลเพาะปลูก (Irrigated, continuously flooded) จะแบ่งแยกย่อย ออกเป็น 16 กลุ่มย่อย คือ

- 1.1 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง และเนื้อดิน มีปริมาณอนุภาคดินเหนียว >75 %
- 1.2 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง และเนื้อดิน มีปริมาณอนุภาคดินเหนียว 50-75 %
- 1.3 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง และเนื้อดิน มีปริมาณอนุภาคดินเหนียว 25-50 %
- 1.4 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง และเนื้อดิน มีปริมาณอนุภาคดินเหนียว 0-25 %
- 1.5 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลางและเนื้อดินมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว >75 %
- 1.6 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลางและเนื้อดินมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว 50-75 %
- 1.7 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุปานกลางและเนื้อดินมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว 25-50 %
- 1.8 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและเนื้อดินปานกลางมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว 0-25 %
- 1.9 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำ และเนื้อดินปานกลางมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว >75 %
- 1.10 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำและเนื้อดินมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว 50-75 %
- 1.11 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำและเนื้อดินมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว 25-50 %
- 1.12 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำและเนื้อดินปานกลางมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว 0-25 %
- 1.13 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำมากและเนื้อดินปานกลางมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว >75 %
- 1.14 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำมาก และเนื้อดินมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว 50-75 %
- 1.15 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำมาก และเนื้อดินมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว 25-50 %
- 1.16 มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำมาก และเนื้อดินปานกลางมีปริมาณอนุภาคดินเหนียว 0-25 %

ในกลุ่มที่ 2 ถึง 7 มีวิธีการจำแนกคล้ายกัน เมื่อรวมกลุ่มย่อยทั้งหมดตาม Model จะมี 112 กลุ่มย่อย

## 2.2 ข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลที่มีความละเอียดมีความถูกต้องสูงสามารถเป็นตัวแทนในระดับภาคได้ ข้อมูลต่างๆที่ใช้จำแนกนาข้าวตาม ระบบ IPCC และแบบระบบนิเวศวิทยา ดังกล่าวแล้วมีดังต่อไปนี้

**2.2.1 ข้อมูลดิน (Soil map)** แผนที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน มาตรฐาน 1:100,000 นำมาตรวจสอบความถูกต้อง จัดระเบียบข้อมูลและนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยโปรแกรม Arc/Info พร้อมทั้งเชื่อมโยงข้อมูลแสดงคุณสมบัติทางกายภาพ-เคมีของดินแต่ละชนิด ครอบคลุมพื้นที่ทั้งประเทศไทย

**2.2.2 ข้อมูลการใช้ที่ดิน (Land Use Map)** แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2539-42 มาตรฐาน 1:100,000 นำมาตรวจสอบความถูกต้อง จัดระเบียบข้อมูลและนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยโปรแกรม Arc/Info พร้อมทั้งเชื่อมโยงข้อมูลแสดงการใช้ที่ดิน ครอบคลุมพื้นที่ทั้งประเทศไทย

**2.2.3 ข้อมูลพื้นที่ชลประทาน** แผนที่แสดงพื้นที่ชลประทานขนาดใหญ่ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมชลประทาน นำมาตรวจสอบความถูกต้อง จัดระเบียบข้อมูลและนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยโปรแกรม Arc/Info

**2.2.4 ข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าวฤดูแล้ง** ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม NOAA เก็บข้อมูลในช่วงฤดูแล้ง ปี 1999 นำมาวิเคราะห์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ หาพื้นที่ปลูกข้าวฤดูแล้ง

**2.2.5 ฐานข้อมูลอื่นๆ** ประกอบด้วย ข้อมูลขอบเขตการปกครอง จังหวัด อำเภอ ระบบถนน และลำน้ำ มาตราส่วน 1:250,000 นำมาตรวจสอบความถูกต้อง จัดระเบียบข้อมูลและนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยโปรแกรม Arc/Info

**2.2.6 ข้อมูลงานวิจัยการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว** โดยกลุ่มงานวิจัยต่างๆ ได้นำมาเข้าเชื่อมโยงกับระบบฐานข้อมูลนี้

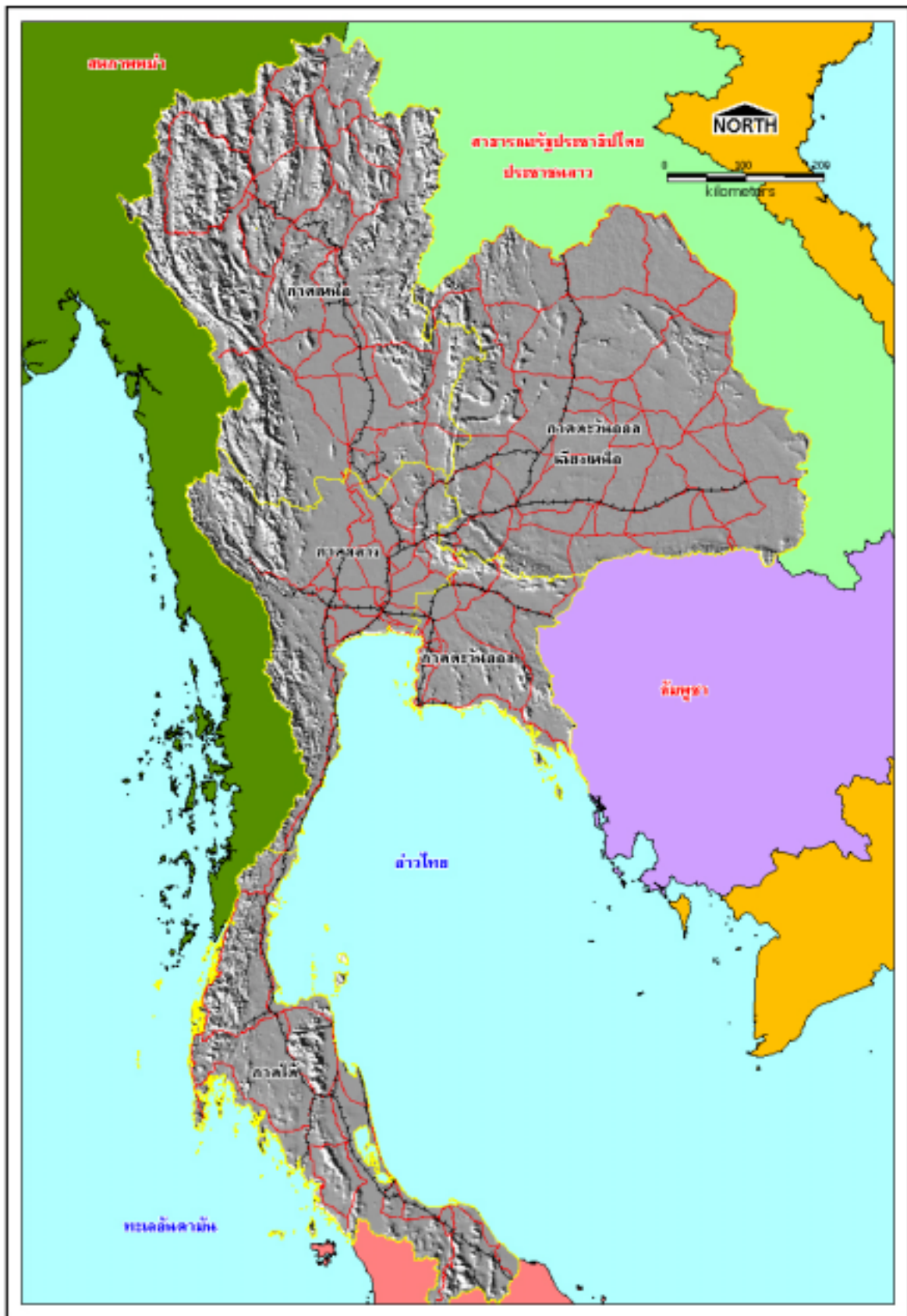
รูปที่ 1-1 แสดงการแบ่งภาคของประเทศไทย

รูปที่ 2-1 ถึง 2-30 แสดงฐานขอบเขตการปกครอง ข้อมูลดิน คุณสมบัติของดิน การใช้ที่ดินนาข้าว  
รายภาค

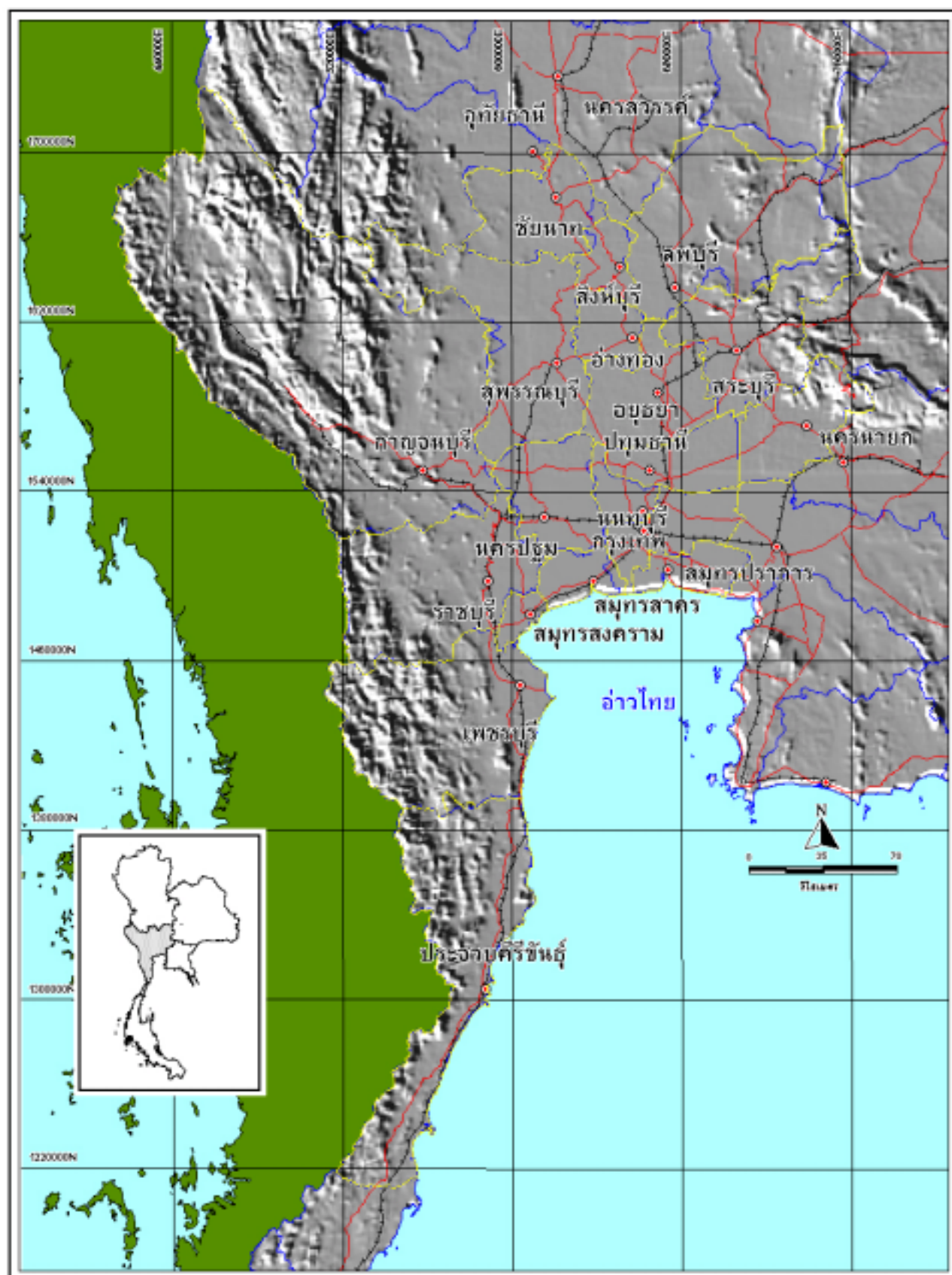
## 2.3 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและพัฒนาโปรแกรม

**2.3.1. การจำแนกนาข้าว ตามระบบ IPCC** ได้ใช้ข้อมูลดินซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลของสภาพพื้นที่ ข้อมูลระดับความลึกของน้ำที่ขัง ข้อมูลระบบความชื้นดิน (Soil Moisture Regime) ข้อมูลด้านการใช้ที่ดิน ข้อมูลพื้นที่ชลประทาน มาจัดระเบียบและกำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์ ให้ตรงกับคุณสมบัติที่ทาง IPCC กำหนดไว้ดังในข้อ 2.1 โดยใช้วิธีการ Overlay Technique ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และจำแนกพื้นที่นาข้าวของประเทศไทยออกเป็น 7 กลุ่ม

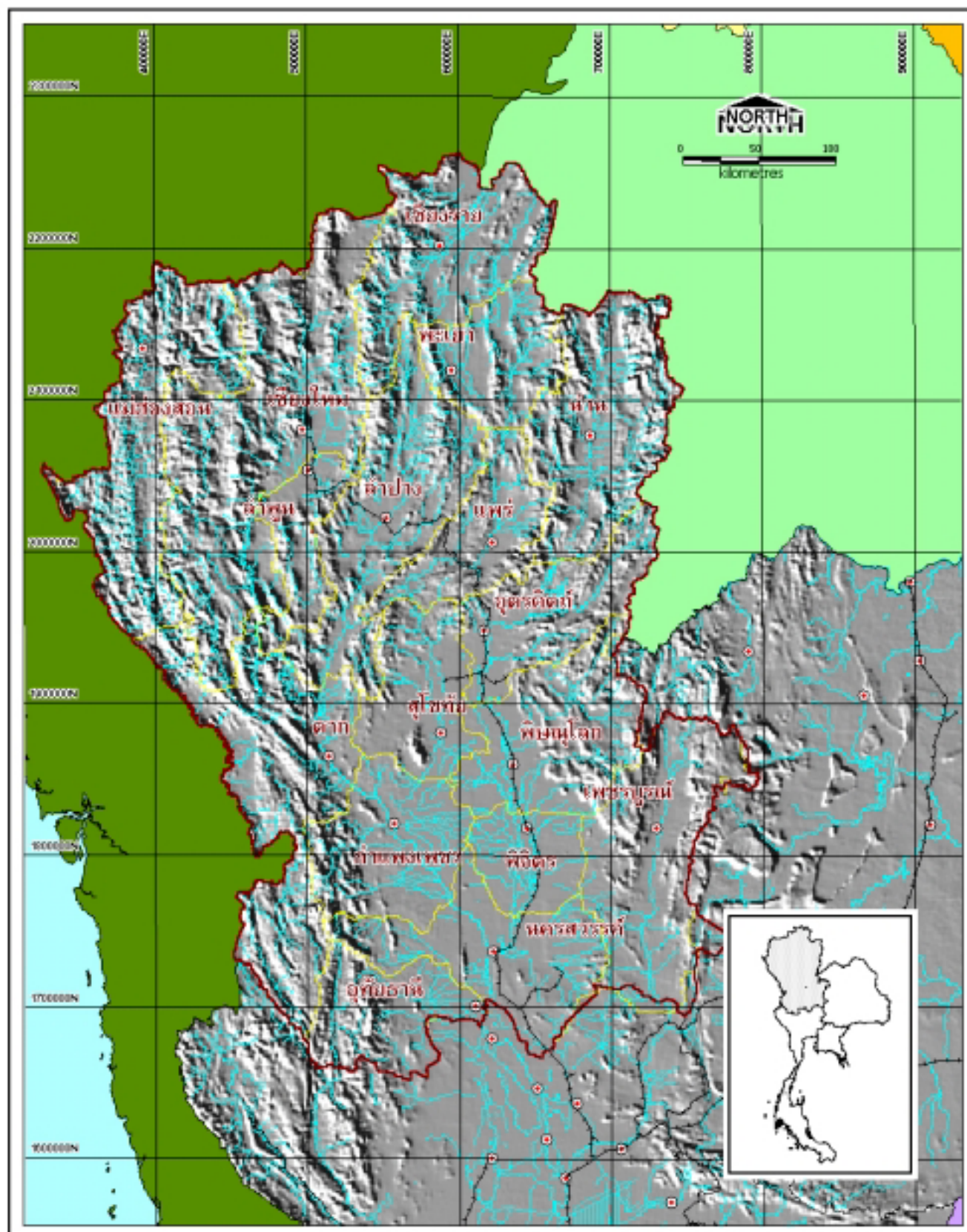
**2.3.2. การจำแนกนาข้าว ตามระบบระบบนิเวศวิทยา** ได้ใช้ข้อมูลดินซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลของสภาพพื้นที่ ข้อมูลระดับความลึกของน้ำที่ขัง ข้อมูลระบบความชื้นดิน ข้อมูลด้านการใช้ที่ดิน ข้อมูลพื้นที่ชลประทาน เหมือนกับการจำแนกนาข้าวในระบบ IPCC มาจัดระเบียบและกำหนดเกณฑ์ในการวิเคราะห์ ให้ตรงกับคุณสมบัติที่ทาง IPCC กำหนดไว้ดังในข้อ 2.1 โดยใช้วิธีการ Overlay Technique ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และจำแนกพื้นที่นาข้าวของประเทศไทย ออกเป็น 7 กลุ่ม



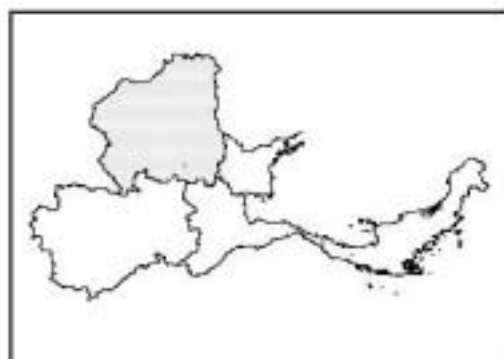
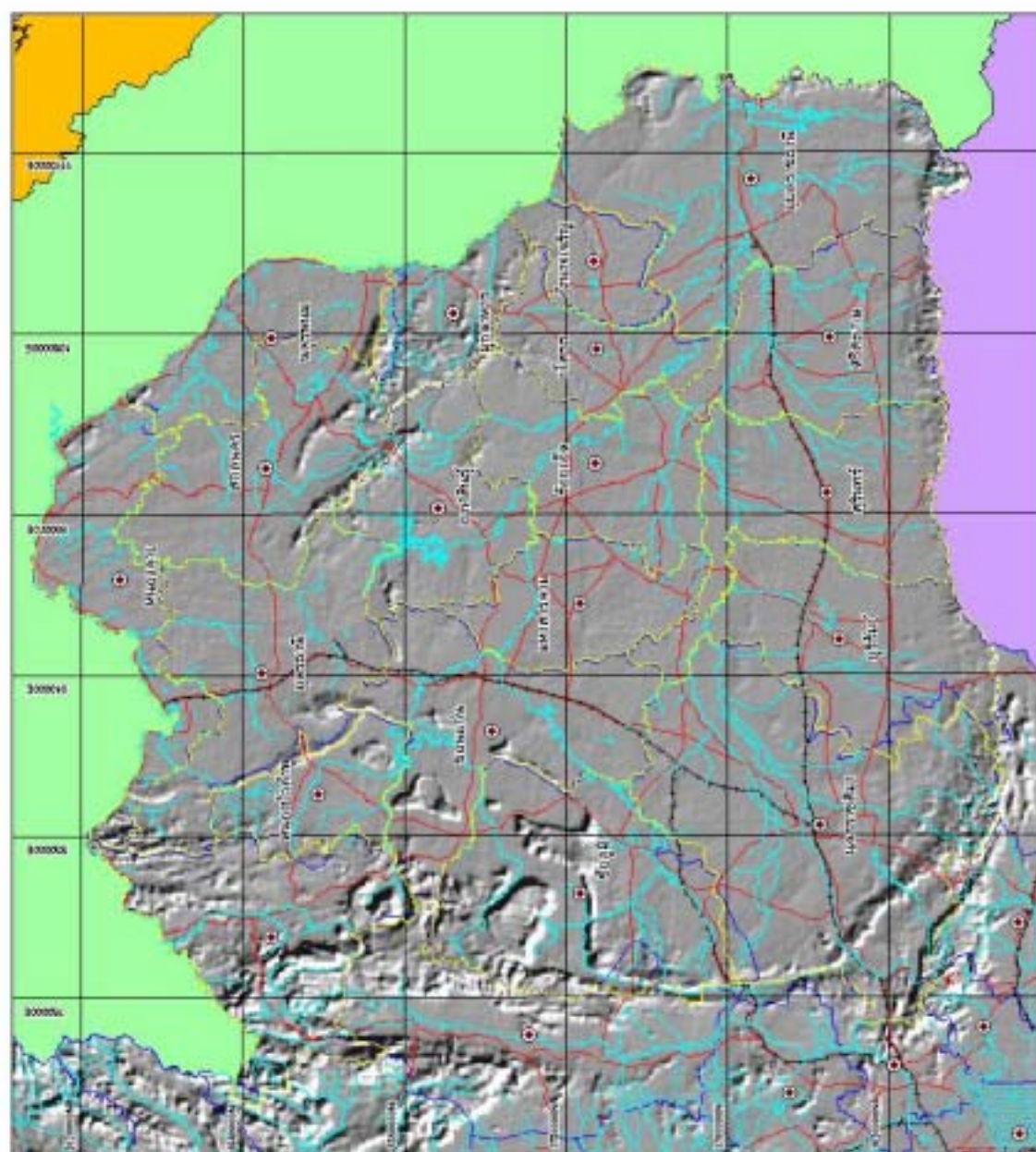
รูปที่ 1-1 การแบ่งภาคของประเทศไทย



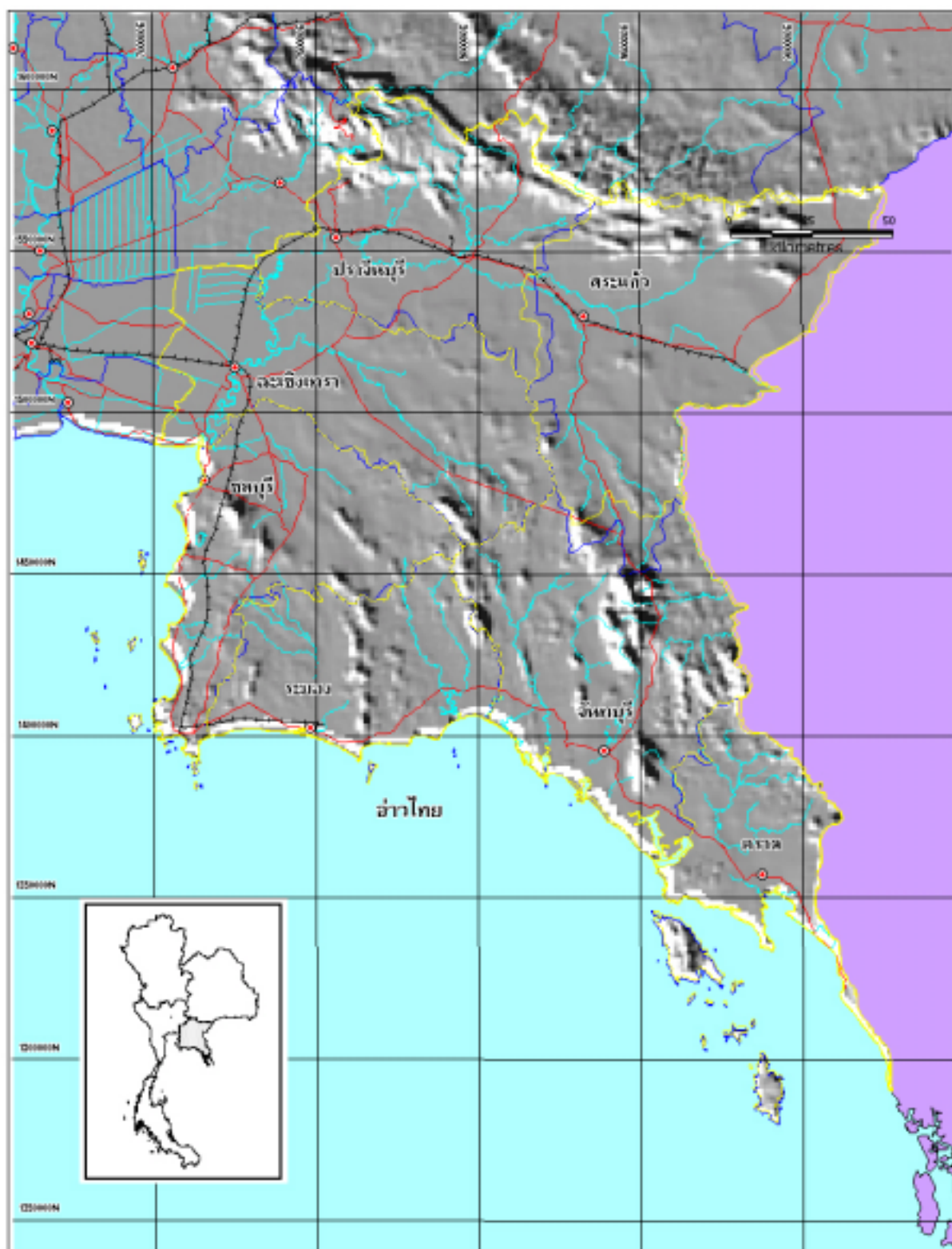
รูปที่ 2-1 ขอบเขตการปกครองของภาคกลาง



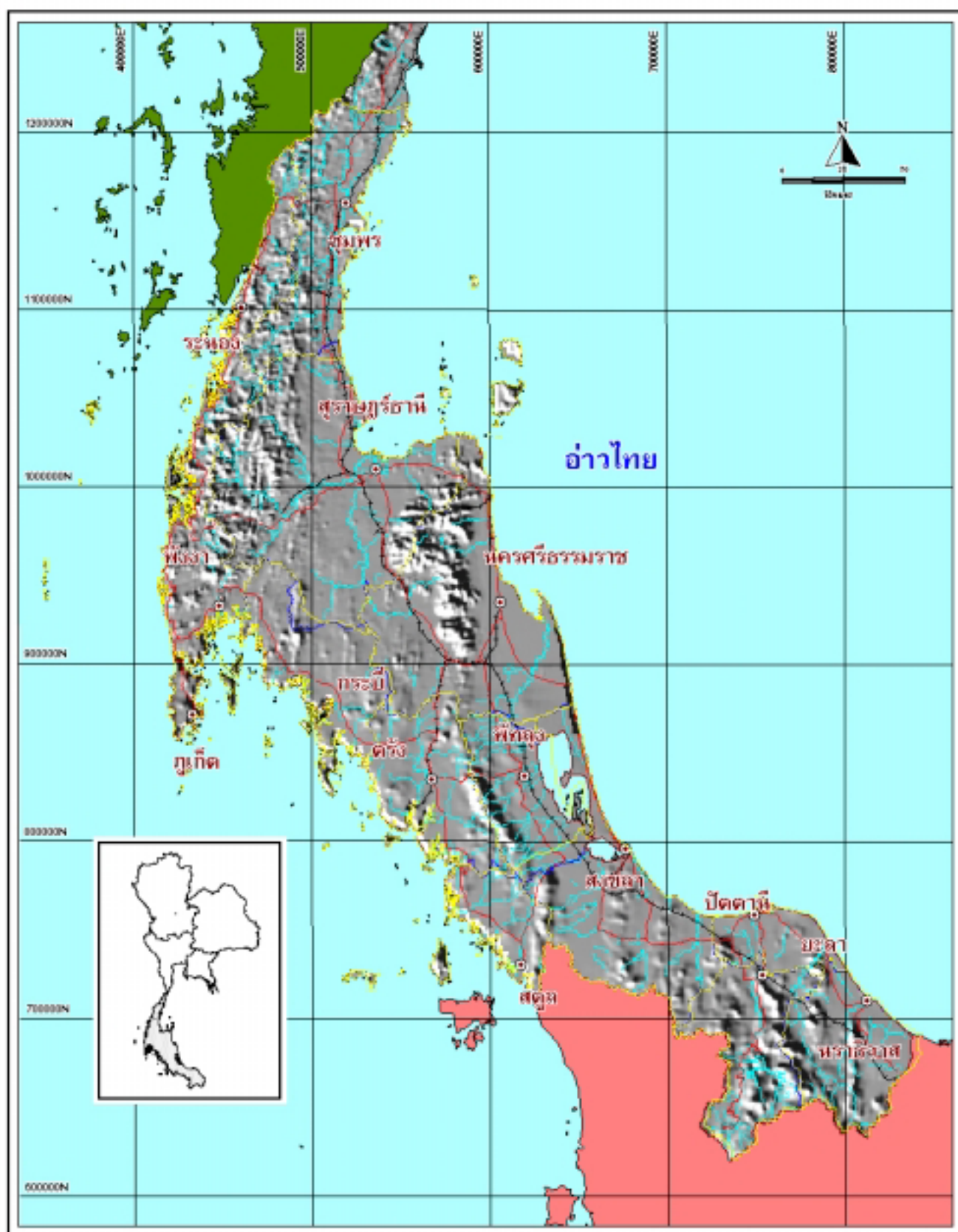
รูปที่ 2-2 ขอบเขตการปกครองของภาคเหนือ



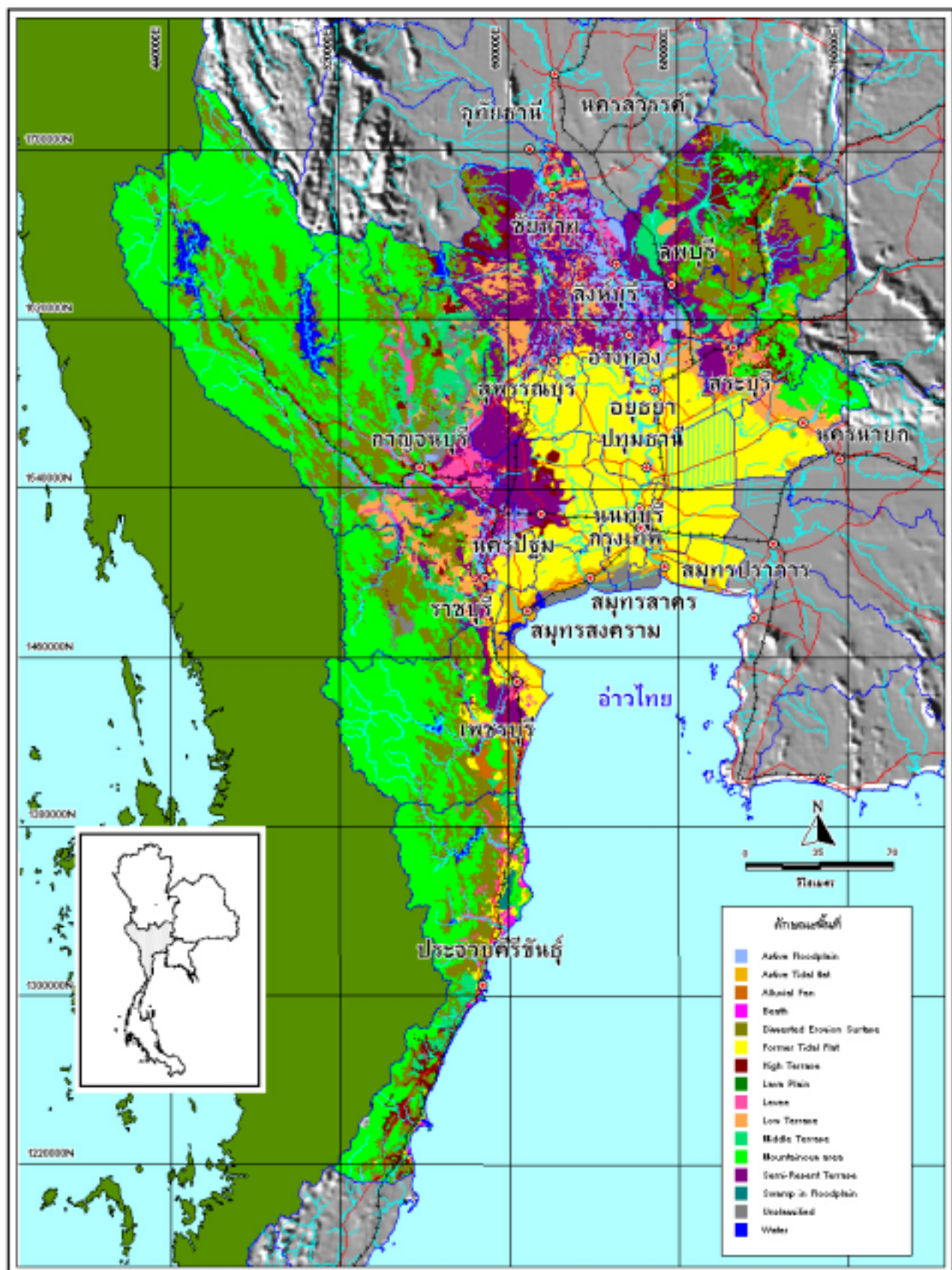
รูปที่ 2-3 ขอบเขตการสำรวจของ  
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



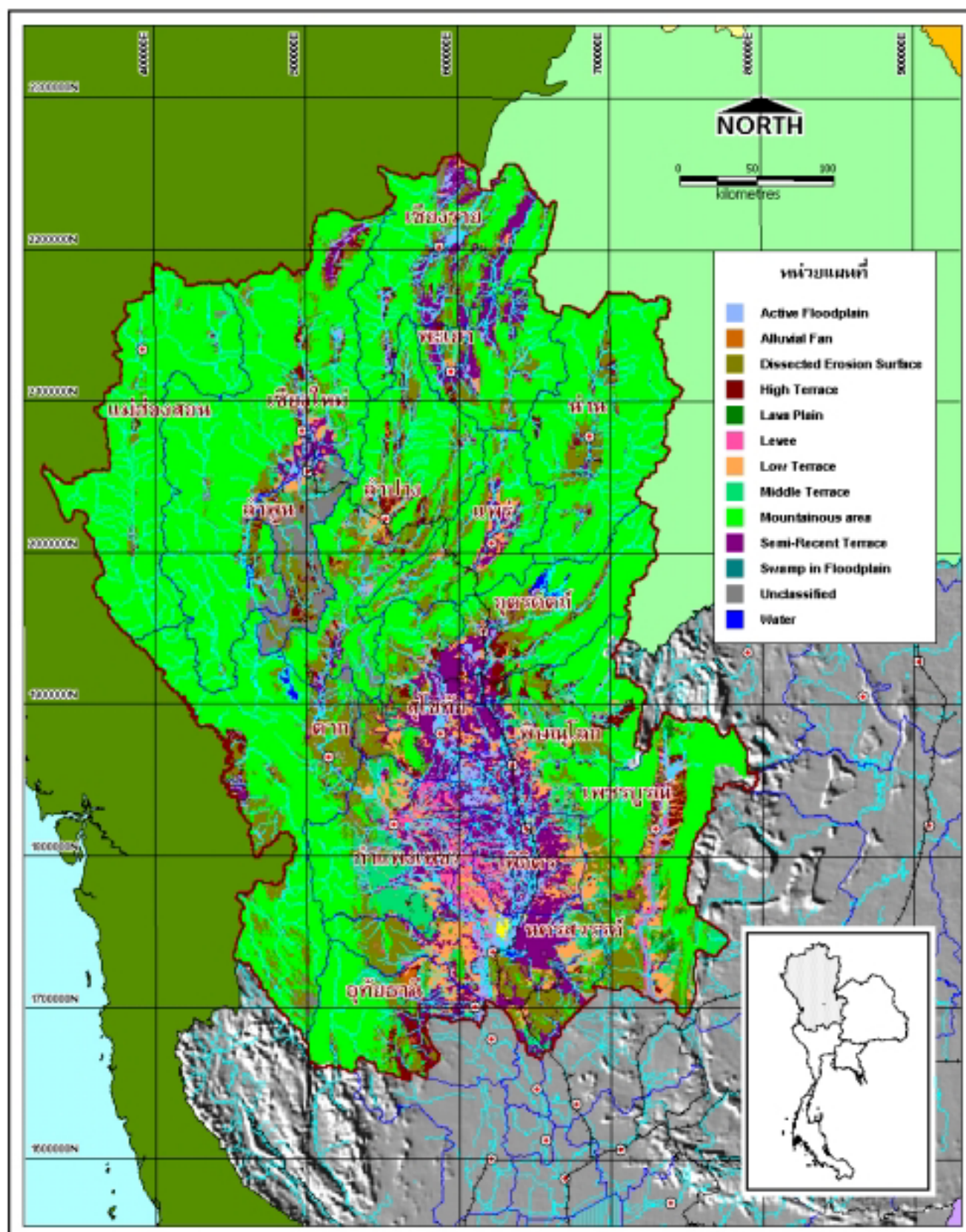
รูปที่ 2-4 ขอบเขตการปกครองของภาคตะวันออก



รูปที่ 2-5 ขอบเขตการปกครองของภาคใต้

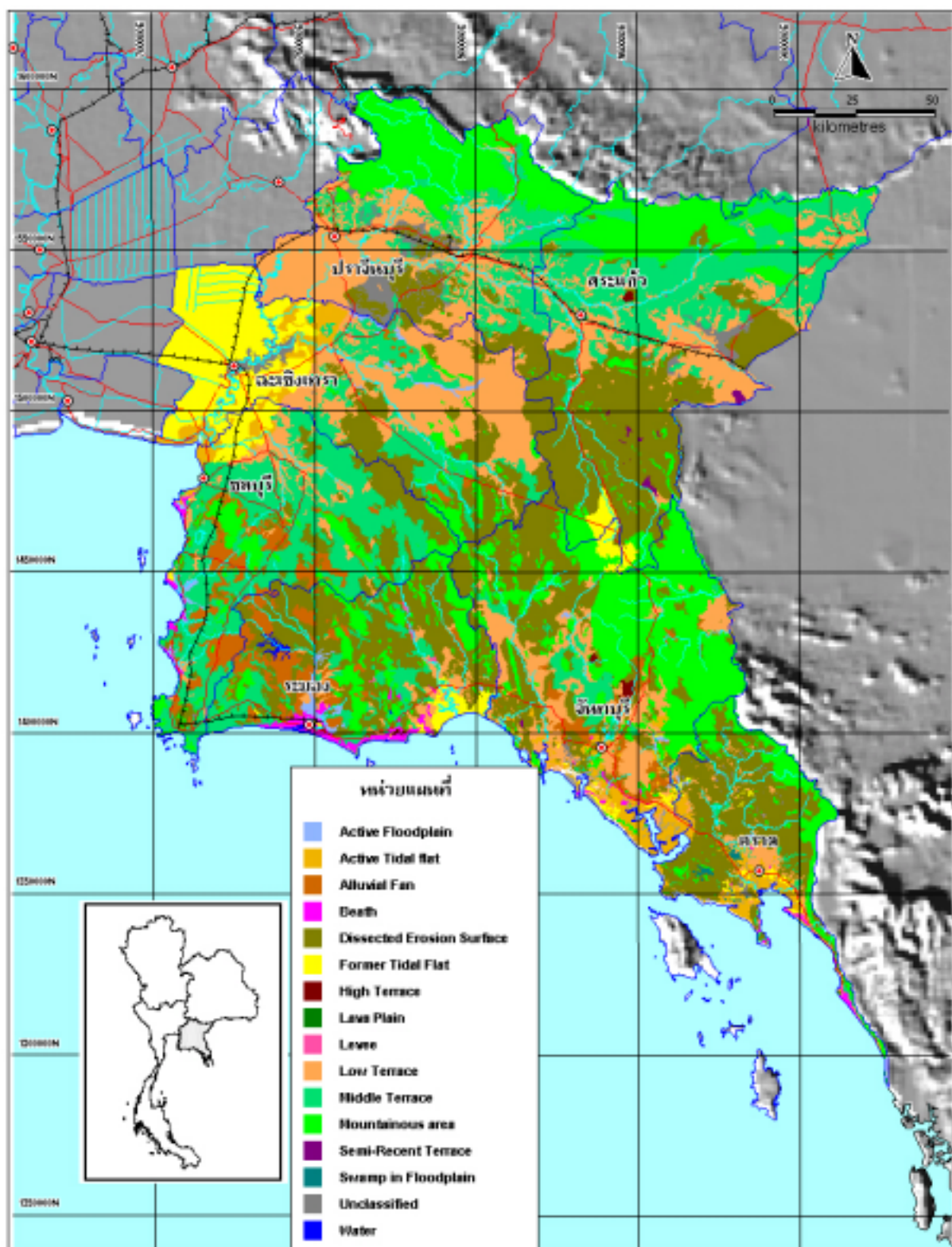


รูปที่ 2-6 สภาพพื้นที่ของลุ่มน้ำ



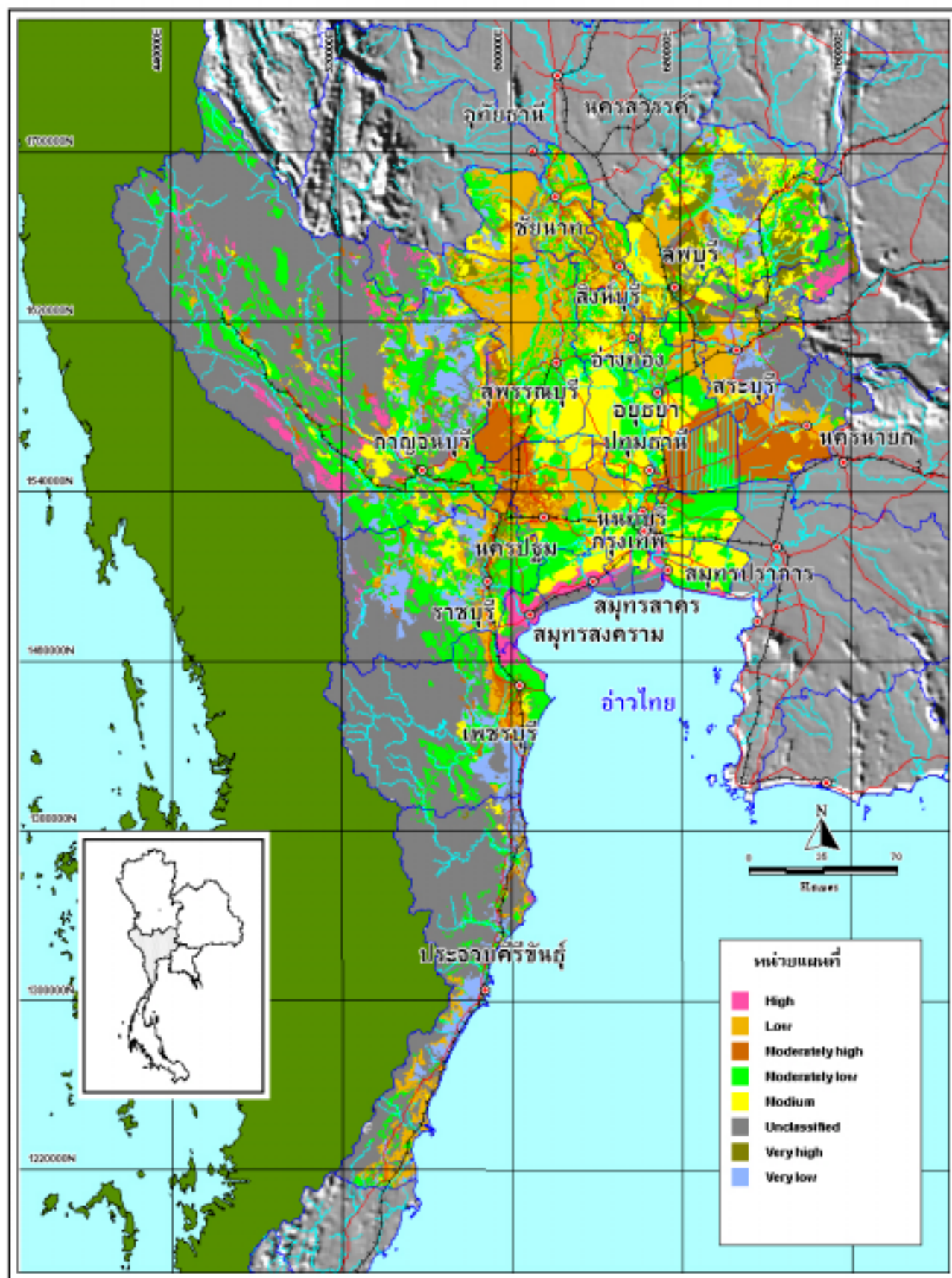
รูปที่ 2-7 สภาพพื้นที่ของภาคเหนือ



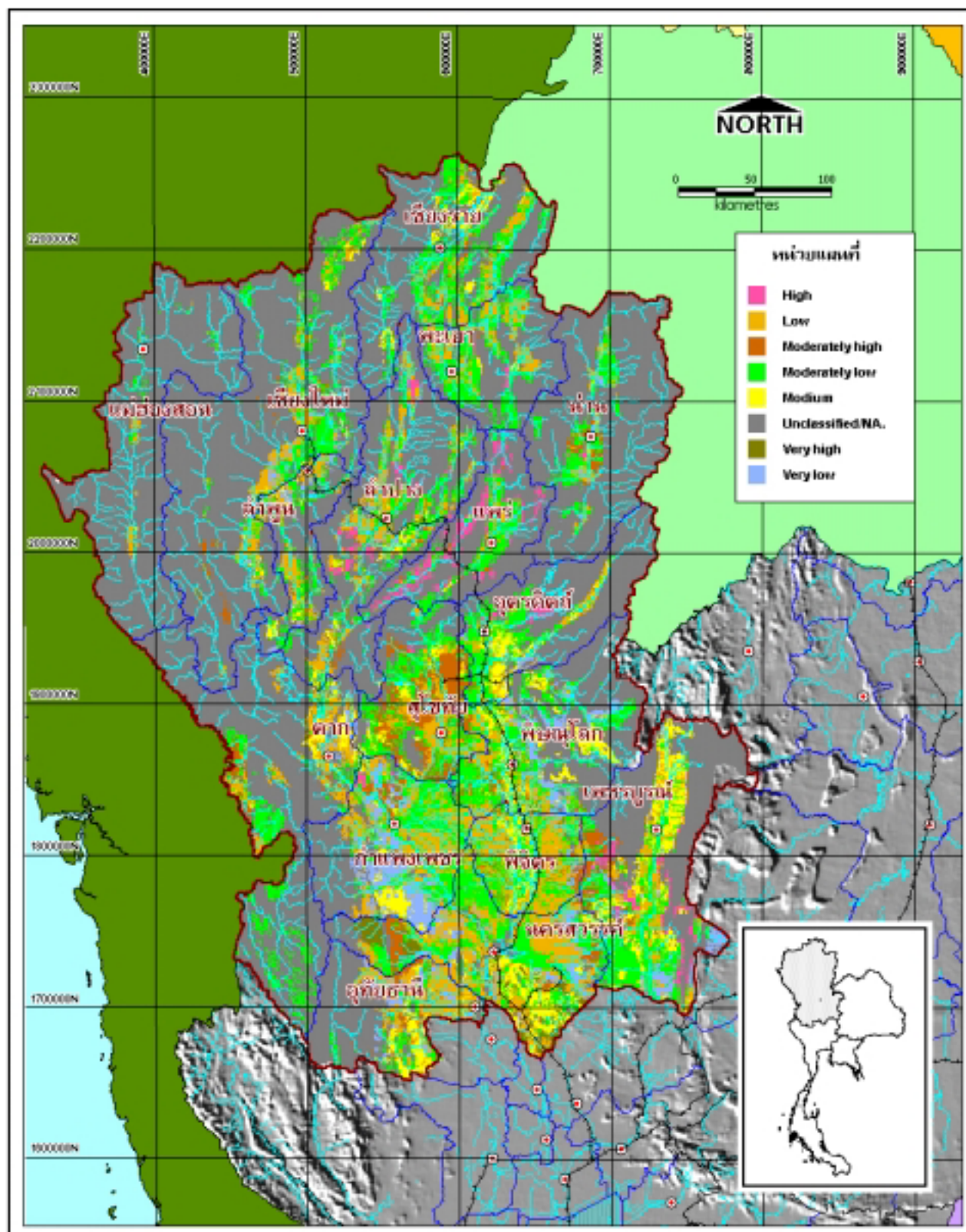


รูปที่ 2-9 สภาพพื้นที่ของภาคตะวันออก





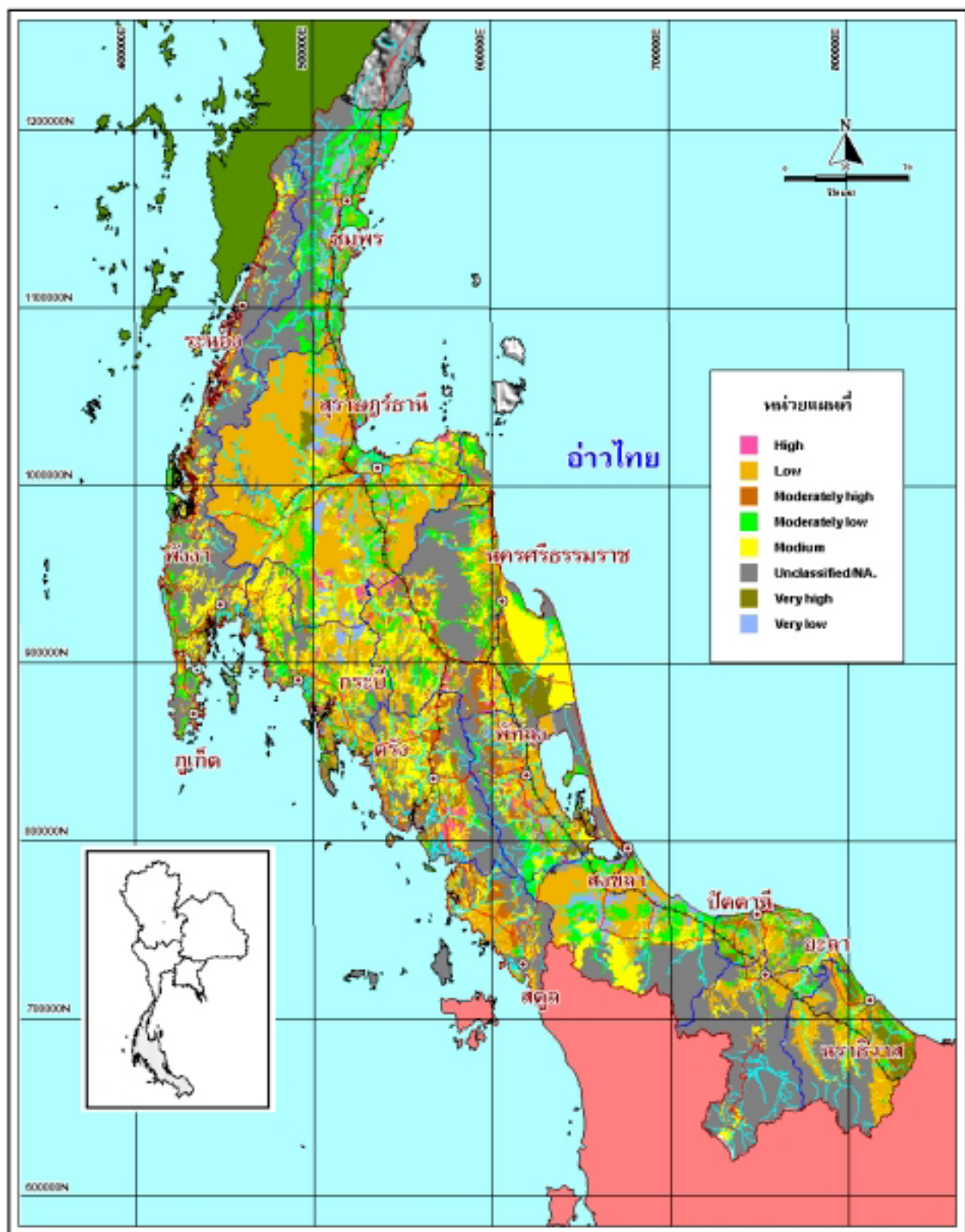
รูปที่ 2-11 ปริมาณอิทธิพลของดินแดนกลาง



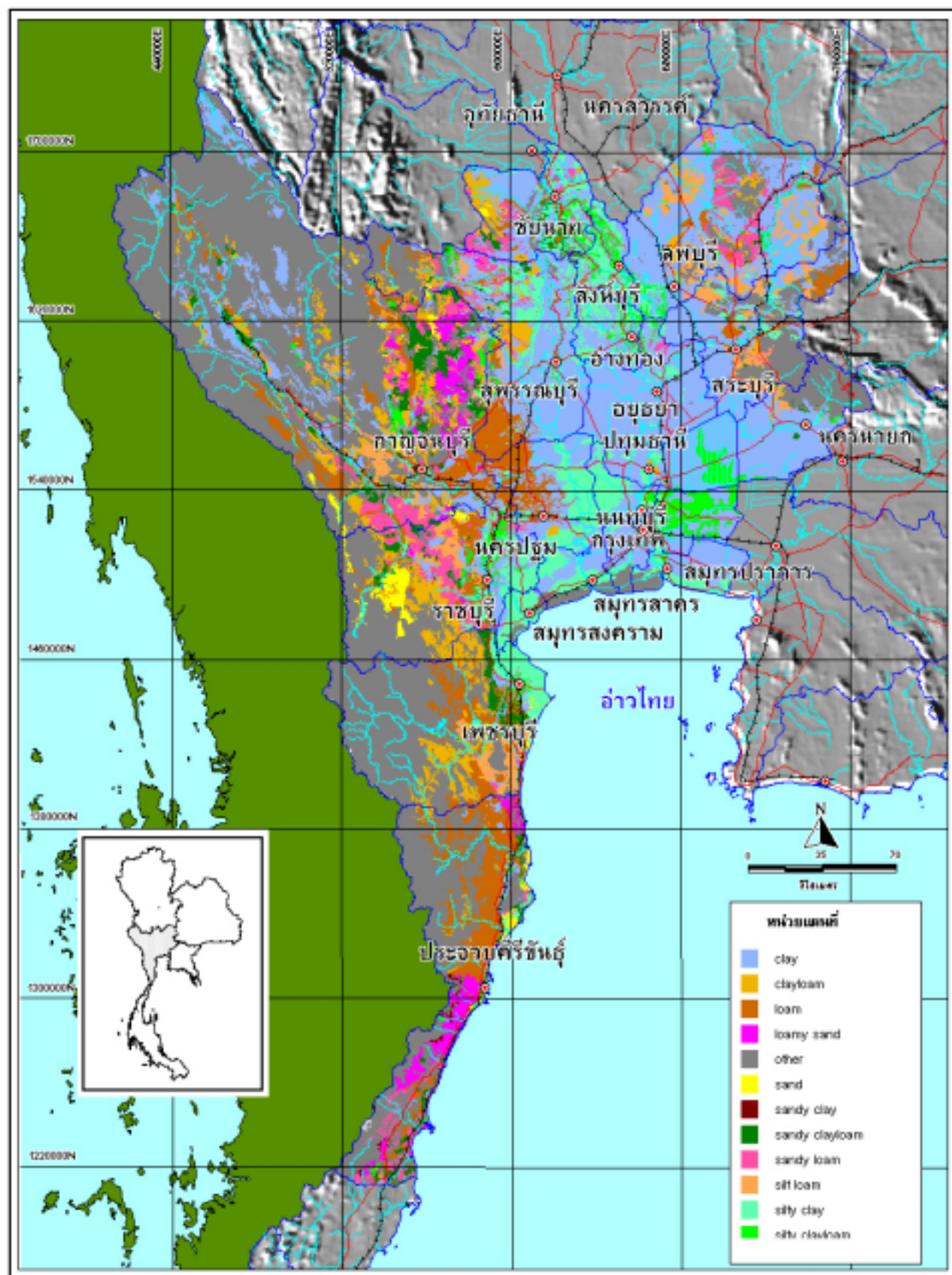
รูปที่ 2-12 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินภาคเหนือ



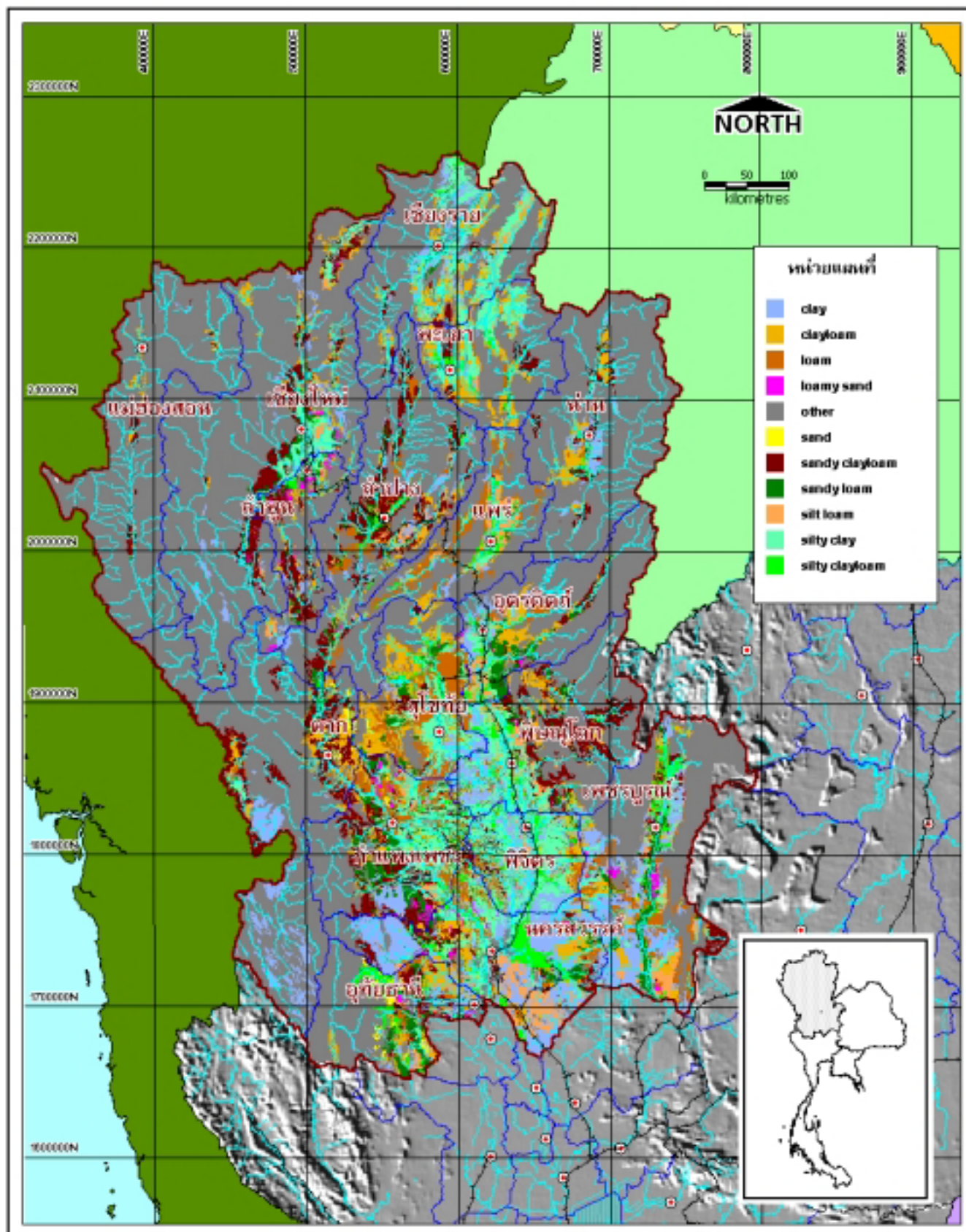




รูปที่ 2-15 ปริมาณอินทรีย์วัตถุของดินภาคใต้

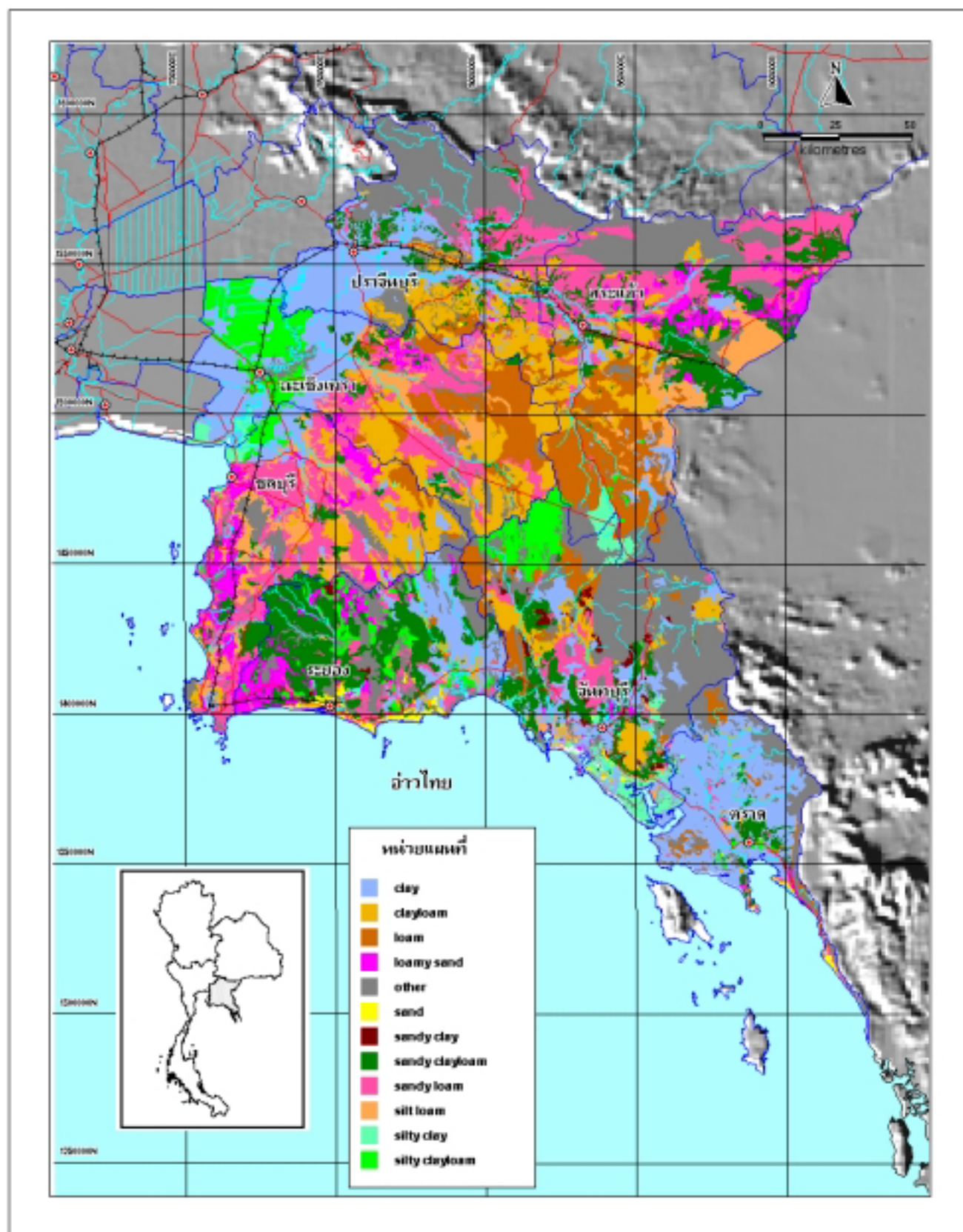


รูปที่ 2-16 ประเภทเนื้อดินของดินภาคกลาง



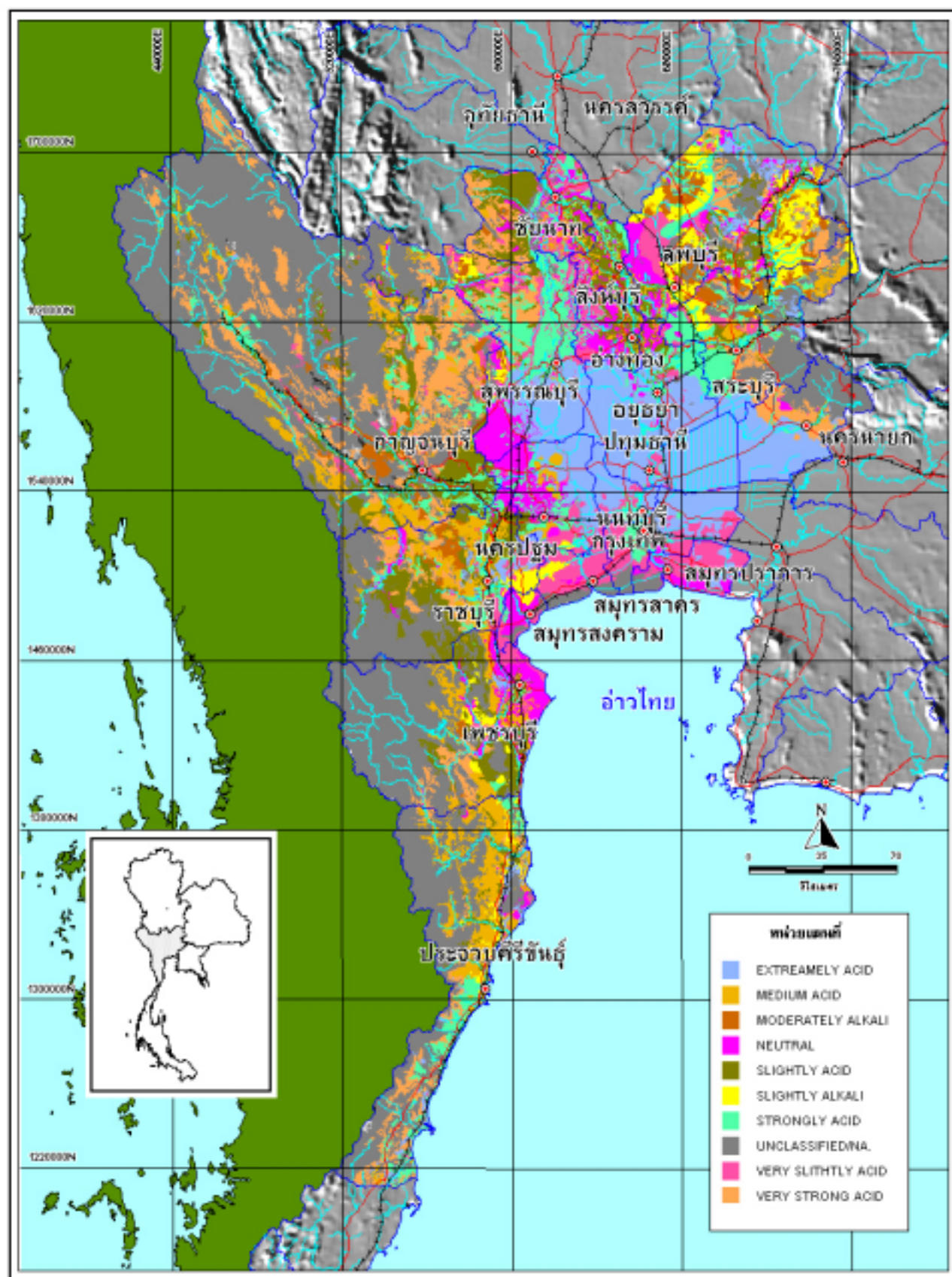
รูปที่ 2-17 ประเภทเนื้อดินของดินภาคเหนือ



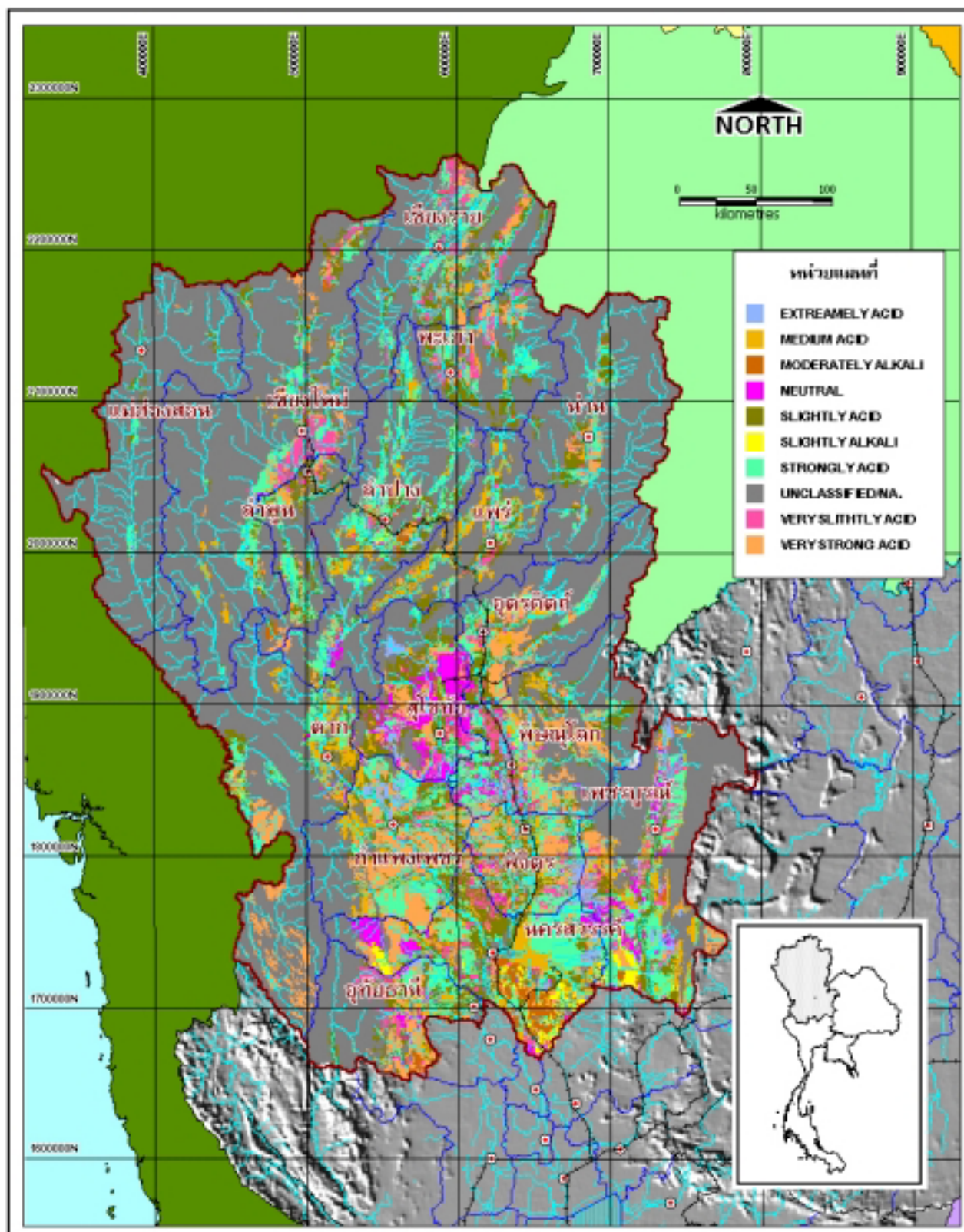


รูปที่ 2-19 ประเภทเนื้อดินของดินภาคตะวันออก



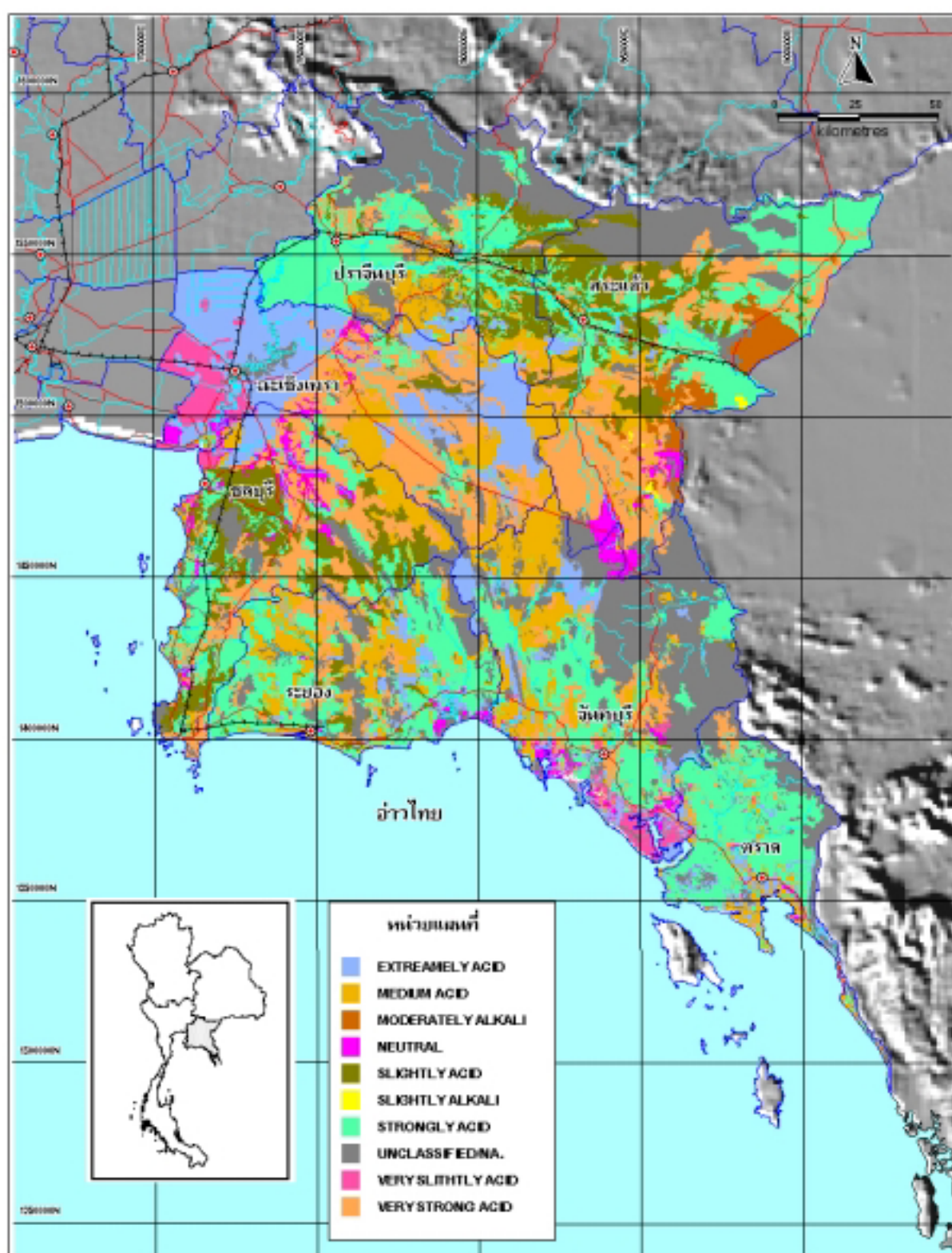


รูปที่ 2-21 ปฏิริยาดินของดินลาดกลาง

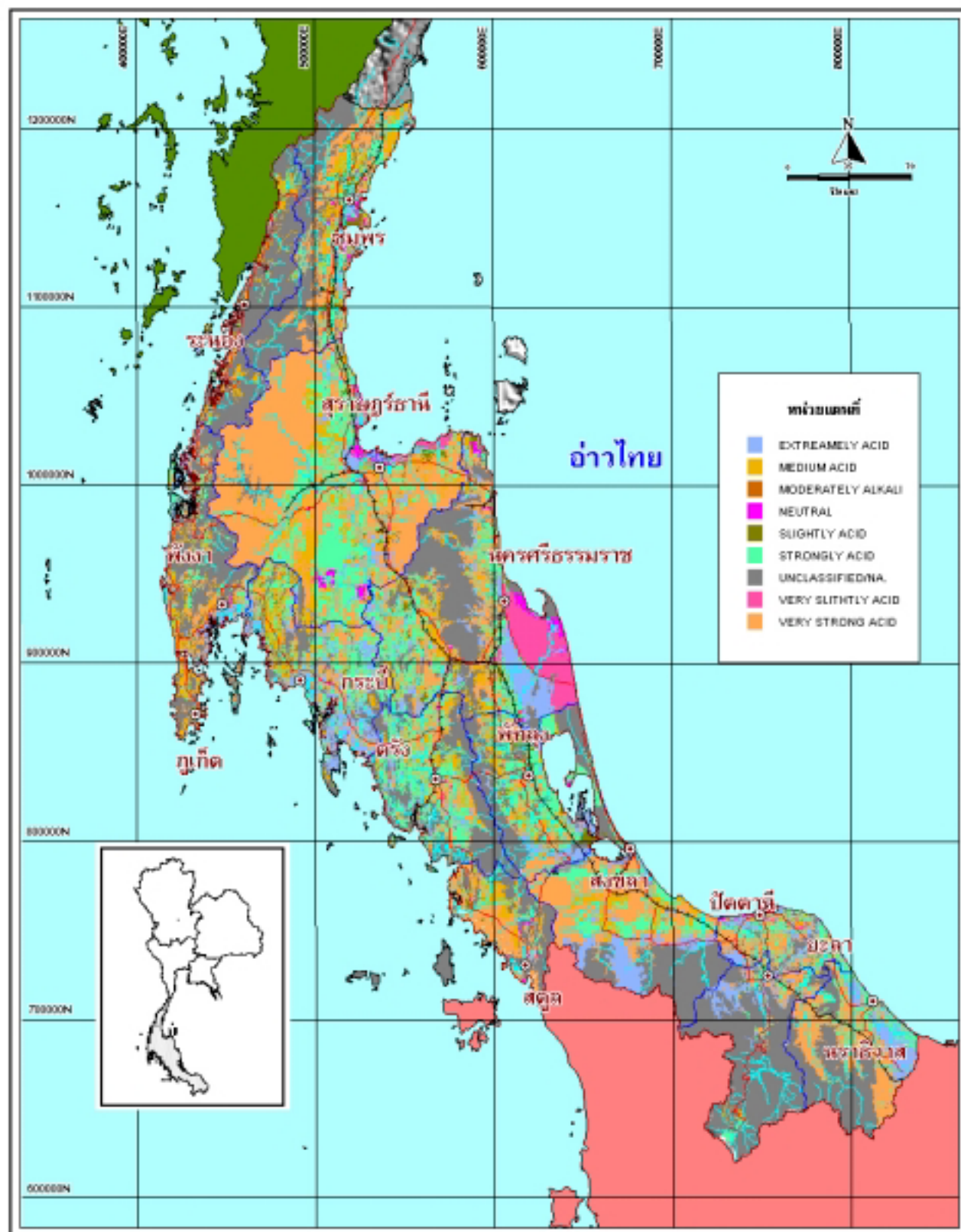


รูปที่ 2-22 ปฏิริยาเดินของดินภาคเหนือ

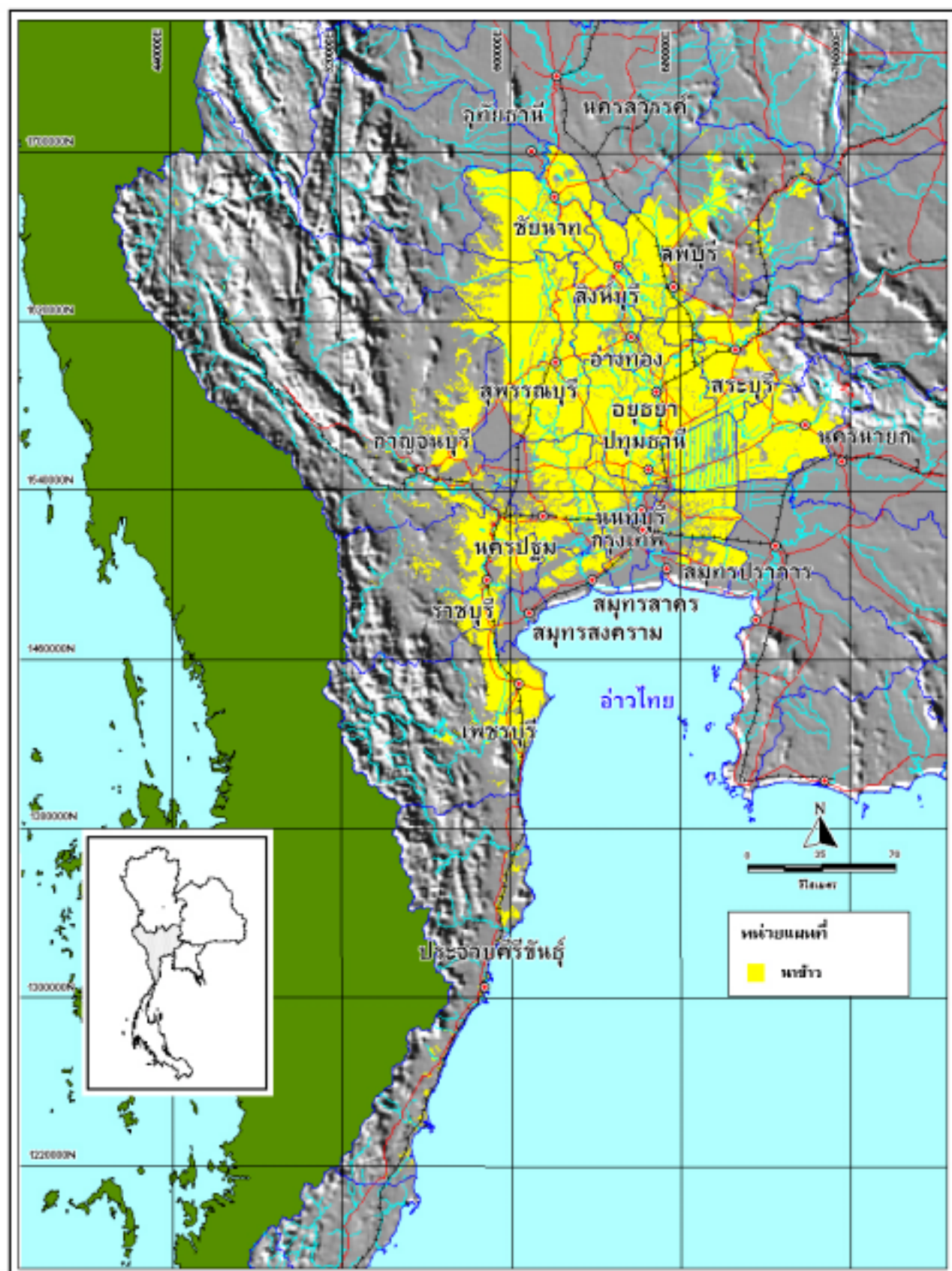




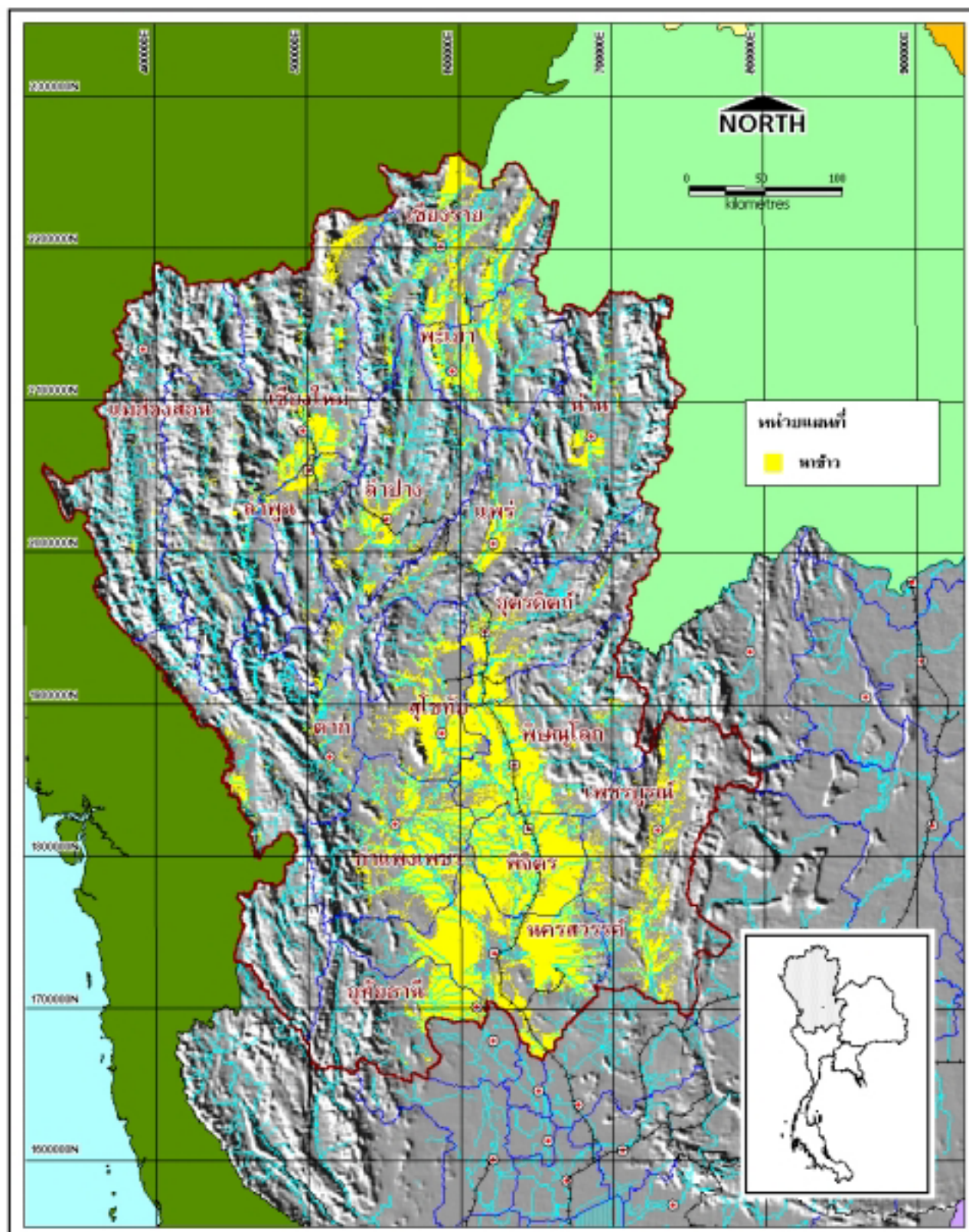
รูปที่ 2-24 ปฏิบัติการดินของดินภาคตะวันออก



รูปที่ 2-25 ปฏิบัติการดินของดินภาคใต้

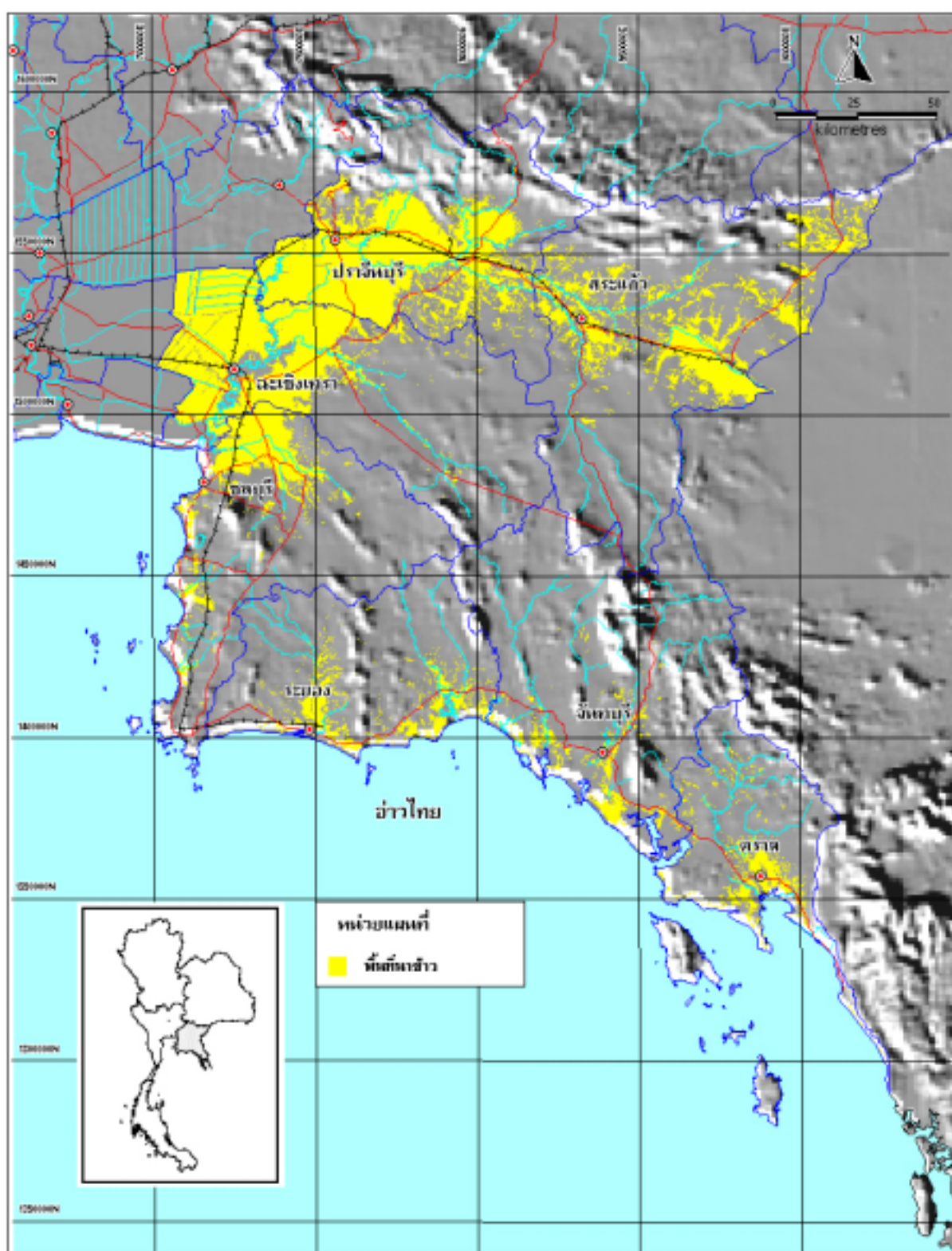


รูปที่ 2-26 พื้นที่นาข้าวของภาคกลาง

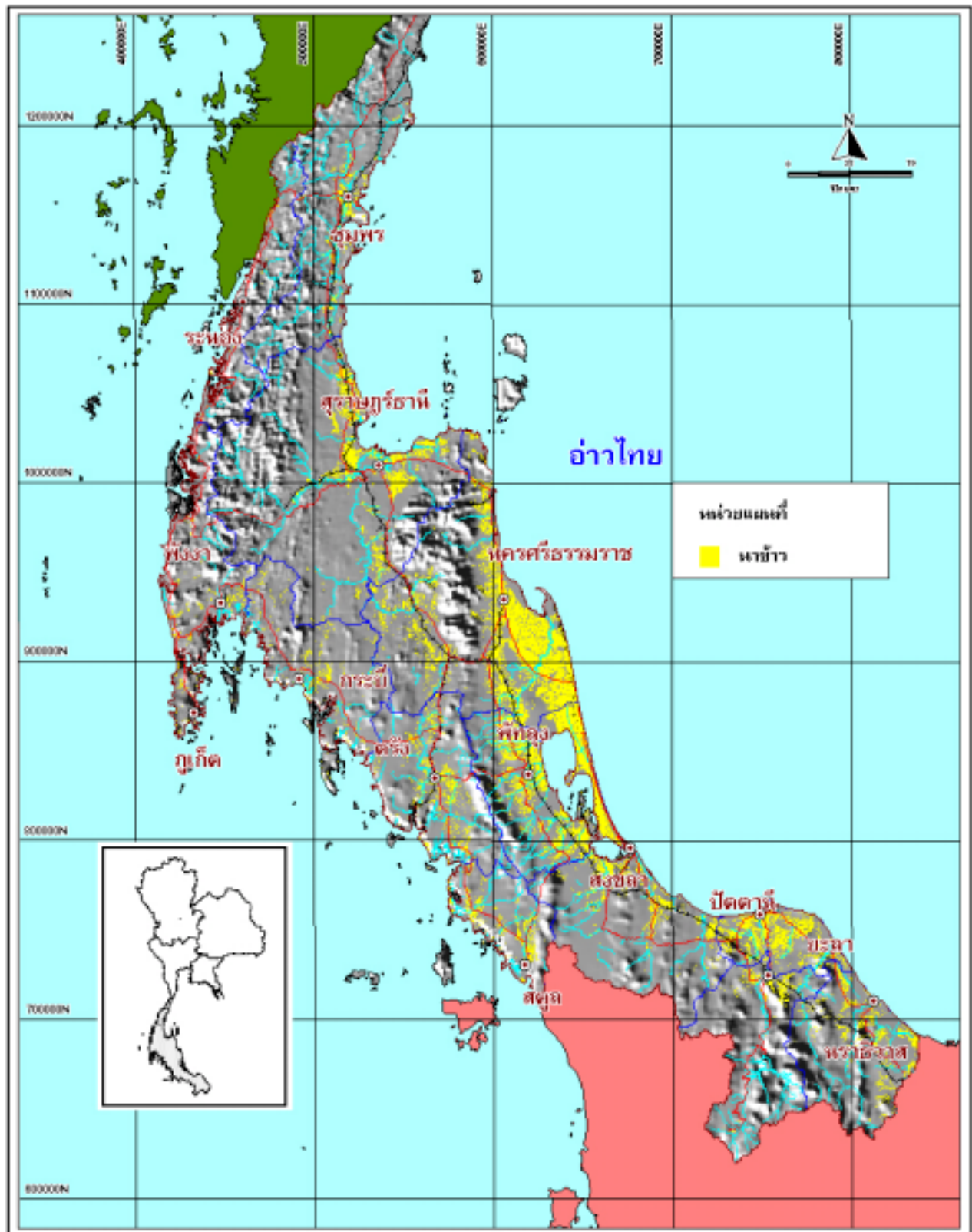


รูปที่ 2-27 พื้นที่น้ำข้าวของภาคเหนือ





รูปที่ 2-29 พื้นที่นาข้าวของภาคตะวันออก



รูปที่ 2-30 พื้นที่น้ำท่วมของลำน้ำ

และทำการจำแนกแยกย่อยออกเป็น 112 กลุ่มโดยใช้ความแตกต่างของระดับอินทรีย์วัตถุในดิน และความแตกต่างกันของเนื้อดิน

**2.3.3 การคำนวณก๊าซมีเทน** การคำนวณก๊าซมีเทน ได้วิธีการตามระบบ IPCC ซึ่งให้ความสำคัญของระดับน้ำท่วมขังและระยะเวลาของการขังน้ำมาใช้ และใช้น้ำหนัก (Scaling Factor) ของนาข้าวแต่ละกลุ่มคูณด้วย ค่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทนที่ได้จากนาข้าวในพื้นที่ชลประทานน้ำขังต่อเนื่องตลอดฤดูกาลเพาะปลูก ซึ่งถือว่ามีค่าสูงสุดในการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ในการศึกษาครั้งนี้ ค่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเฉลี่ยจากแปลงทดลองในพื้นที่ชลประทานที่มีน้ำท่วมขังต่อเนื่อง มีค่าเท่ากับ 23.128 กรัมต่อตารางเมตรต่อฤดูกาล และมีค่าเท่ากับ 21.102 กรัมต่อตารางเมตรต่อฤดูกาล สำหรับข้าวที่ปลูกในฤดูแล้ง ค่าของก๊าซมีเทนที่ปลดปล่อยในสภาพนิเวศของข้าวอื่น ๆ ยังไม่มีตัวเลขที่แน่นอนและการกระจายไม่ครอบคลุมทั้งประเทศ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้ค่าน้ำหนักมาช่วยปรับค่าก๊าซมีเทนของแต่ละนิเวศ ดังแสดงด้านล่างนี้

| ประเภทนาข้าว                        | น้ำหนัก |
|-------------------------------------|---------|
| Irrigated, continuously flooded     | 1       |
| Irrigated, multiple aeration        | 0.2     |
| Irrigated, single aeration          | 0.5     |
| Rainfed, very deep water (>100 cm.) | 0.8     |
| Rainfed, deep water (50-100 cm.)    | 0.6     |
| Rainfed, drought prone              | 0.4     |
| Rainfed, flood prone                | 0.8     |

อย่างไรก็ตามค่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีผลการทดลองสนับสนุนเพิ่มเติมในอนาคต สำหรับการคำนวณก๊าซมีเทนในระบบนาข้าวแบบนิเวศวิทยา ได้นำเอาระดับของอินทรีย์วัตถุในดิน และประเภทของเนื้อดิน แต่ได้ให้ความสำคัญของปัจจัยด้านการขังน้ำเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ ระดับของอินทรีย์วัตถุในดินเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ และประเภทของเนื้อดินเท่ากับ 10 เปอร์เซ็นต์ รวมเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ สำหรับปริมาณอินทรีย์วัตถุและประเภทของเนื้อดินยังแบ่งย่อยออกเป็นอย่างละ 4 ระดับ และมีตามสัดส่วน

| ปริมาณอินทรีย์วัตถุ | น้ำหนัก |
|---------------------|---------|
| ต่ำมาก              | .25     |
| ต่ำ                 | .50     |
| ปานกลาง             | .75     |
| สูง                 | 1       |

| ประเภทเนื้อดิน                  | น้ำหนัก |
|---------------------------------|---------|
| มี อนุภาคดินเหนียว 0-25%        | .25     |
| มี อนุภาคดินเหนียว 25-50%       | .50     |
| มี อนุภาคดินเหนียว 50-75% (.75) | .75     |
| มี อนุภาคดินเหนียว >75%         | 1       |

**2.3.4 การพัฒนาโปรแกรมเรียกฐานข้อมูลก๊าซมีเทน** โดยทางสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียได้พัฒนา Customized Menu โดยใช้ Avenue Scrip เพื่อให้ใช้งานได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ผู้ใช้สามารถป้อนค่าหรือเปลี่ยนแปลงค่า Emission Rate ของพื้นที่นาข้าวแต่ละประเภทเพื่อใช้ในการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในฤดูฝนและฤดูแล้งรายภาคได้ ทั้งนี้เพื่อรองรับงานทดลองในภาคสนามในอนาคต และสามารถสืบค้นและสอบถามข้อมูลได้

### บทที่ 3

#### ผลการศึกษา

#### 3.1 ลักษณะนาข้าวและธรณีสัณฐานของประเทศไทย

นักปฐพีวิทยาต่างได้ลงความเห็นมาเป็นเวลานานแล้วว่าลักษณะทางธรณีสัณฐานนั้นมีความสัมพันธ์โดยตรงกับลักษณะทางพื้นผิวของดิน ขบวนการทางธรณีสัณฐานจะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการเกิดดิน ความลาดเทของพื้นที่ รวมทั้งคุณสมบัติอื่น ๆ ของพื้นที่และการควบคุมการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยธรรมชาติทั้งทางตรงและทางอ้อมด้วย การใช้ประโยชน์ที่ดินนาข้าวในประเทศไทย มีความสัมพันธ์โดยตรงกับลักษณะทางธรณีสัณฐานที่ทำให้ลักษณะของนาข้าวมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ รวมทั้งแตกต่างจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น ๆ ด้วย ลักษณะทางธรณีสัณฐานในประเทศไทยสามารถแบ่งออกเป็นหลายประเภทแต่ละประเภทจะส่งผลต่อการใช้ที่ดินในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

**3.1.1 ที่ราบน้ำทะเลท่วมถึง (Active Tidal Flat)** เป็นลักษณะทางธรณีสัณฐานที่เกิดจากการทับถมของตะกอนน้ำกร่อยบนที่ราบชายฝั่งทะเล (Recent Marine and Brackish Deposits) ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มมีน้ำทะเลท่วมถึง ความลาดชันของพื้นที่ 0-1% ความสูงจากระดับน้ำทะเล 1 ถึง 1.5 เมตร หรือต่ำกว่าระดับน้ำทะเลปานกลาง ลักษณะดินเป็นดินเหนียว (Clayey Texture) ปัจจุบันยังคงเป็นพื้นที่ป่าชายเลนที่รกร้างว่างเปล่าหรือถูกดัดแปลงเป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำหรือมีบางพื้นที่ดัดแปลงเป็นนาข้าว ลักษณะพื้นที่นี้ก็เป็นสภาพธรณีสัณฐานอันหนึ่งที่มีการดัดแปลงใช้เป็นนาข้าว

**3.1.2 หาดทรายหรือสันทราย (Beach)** เป็นลักษณะทางธรณีสัณฐานที่เกิดจากการทับถมของตะกอนทะเลที่เป็นทราย บนที่ราบชายหาด ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบถึงลอนลาด (Undulating) ความลาดชันของพื้นที่ 2-3% ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 10 เมตร ลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นดินทราย จักรวนปนทราย มีการระบายน้ำดี ปัจจุบันเป็นที่รกร้างว่างเปล่า ชายหาดป่าแพะ ส่วนใหญ่แล้วไม่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินในการทำนาข้าว

**3.1.3 ที่ราบลุ่มน้ำทะเลเคยท่วมถึง (Former Tidal Flat)** เป็นลักษณะธรณีสัณฐานที่เกิดจากการทับถมของตะกอนทะเลและตะกอนน้ำกร่อย พบมากบริเวณทางตอนใต้ของภาคกลางและภาคตะวันออก และบางส่วนของภาคใต้ ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มมีความลาดชัน 0-2% พื้นที่ที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 2 เมตรขึ้นไป ลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว มีการระบายน้ำเลว ภายใต้อัณฐานดินมีสารประกอบกำมะถัน มีศักยภาพเป็นกรดจัด เมื่อมีการระบายน้ำออกจากพื้นที่ ปัจจุบันพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์เป็นนาข้าว และมีพื้นที่ขนาดใหญ่โดยเฉพาะในภาคกลาง สภาพการท่วมขังนานและลึกโดยเฉพาะในพื้นที่เกษตรน้ำฝน สำหรับในพื้นที่ชลประทานมีการควบคุมระดับน้ำได้ พื้นที่นั้นนับว่าเป็นพื้นที่นาข้าวหลักของภาคกลางและมีศักยภาพในการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเด่นชัดที่สุด

**3.1.4 สันดินริมน้ำ (Levee)** เป็นลักษณะทางธรณีสัณฐานที่เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำที่มีขนาดค่อนข้างหยาบที่มีอายุค่อนข้างใหม่ พบบริเวณริมแม่น้ำหลักและสาขาเป็นแนวแคบๆ ขนานไปกับลำ

น้ำ ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบถึงลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 2-3% ลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วน มีการระบายน้ำดีถึงค่อนข้างดี ปัจจุบันพื้นที่ส่วนใหญ่มีการใช้ที่ดินแตกต่างกันไปตามสภาพพื้นที่ เช่น ที่ตั้งของหมู่บ้าน พื้นที่ปลูกไม้ผล ป่าริมน้ำ หรือบางพื้นที่ถูกดัดแปลงใช้ทำนาข้าว

**3.1.5 ที่ราบน้ำท่วมถึง (Flood Plain)** เป็นลักษณะทางธรณีสัณฐานที่เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำที่มีอายุใหม่ มีขนาดละเอียด ทับถมบนที่ราบริมสองฝั่งแม่น้ำสายหลักและสาขา ลักษณะพื้นที่ราบเรียบ มีความลาดชัน 0-1% ลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียว มีการระบายน้ำเลว มีน้ำท่วมขังทุกปี ดินส่วนใหญ่จัดว่ามีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงสูง สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ใช้เป็นพื้นที่ปลูกข้าว ซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวพื้นที่หนึ่งที่สำคัญของประเทศไทย

**3.1.6 ที่ราบลานตะพักลำน้ำที่มีอายุค่อนข้างใหม่ (Semi Recent Terrace)** เป็นลักษณะทางธรณีสัณฐานที่เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำที่มีอายุค่อนข้างใหม่ พื้นที่อยู่สูงขึ้นมาจากที่ราบน้ำท่วมถึงเล็กน้อย มีความลาดชัน 0-1% ลักษณะดินมีการระบายน้ำเลว มีน้ำท่วมขังทุกปี ดินส่วนใหญ่จัดว่ามีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ใช้ปลูกข้าว

**3.1.7 ที่ราบลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ (Low Terrace)** เป็นลักษณะทางธรณีสัณฐานที่เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำเก่า (Old Alluvium) มีขนาดค่อนข้างหยาบกว่าในบริเวณที่ราบน้ำท่วมถึง พื้นที่อยู่สูงขึ้นมาจากที่ราบน้ำท่วมถึง มีความลาดชัน 0-1% ดินมีการระบายน้ำเลว มีน้ำท่วมขังทุกปี ดินส่วนใหญ่จัดว่ามีความอุดมสมบูรณ์ปานกลางถึงต่ำ สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ใช้ปลูกข้าว และจัดว่ามีพื้นที่มากที่สุดของประเทศไทยพบกระจายอยู่ทุกภาคโดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

**3.1.8 ลานตะพักลำน้ำระดับกลาง (Middle Terrace)** เป็นลักษณะทางธรณีสัณฐานที่เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำที่มีอายุเก่า (Old Alluvium) บนพื้นที่ที่อยู่จากที่ราบลานตะพักลำน้ำระดับต่ำ ลักษณะพื้นที่เป็นที่ดอน เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 2-5% ลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย และดินทราย มีการระบายน้ำดี (Well Drained) สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ใช้ปลูกพืชไร่ ไม้ผล ยางพารา และป่าเต็งรัง บางแห่งถูกดัดแปลงเพื่อทำนาข้าว ในลักษณะของนาดอน ซึ่งพบกระจายทั่วไปในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

**3.1.9 ลานตะพักลำน้ำระดับสูง (High Terrace)** เป็นลักษณะทางธรณีสัณฐานที่เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำที่มีอายุเก่า (Old Alluvium) บนพื้นที่ดอนที่มีการระบายน้ำดี ลักษณะพื้นที่เป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชัน 3-12% ลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย และดินทราย หรือบางแห่งมีกรวดหินปนอยู่ในสัณฐานดิน (Soil Profile) สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ใช้ปลูกพืชไร่ ไม้ผล ยางพารา และป่าเต็งรัง มีบางพื้นที่ถูกดัดแปลงเพื่อทำนาข้าวแต่เป็นจำนวนน้อย ในลักษณะของนาดอน นอกจากนี้ยังมีธรณีสัณฐานอื่นๆอีกหลายประเภทแต่มีความสำคัญกับสภาพนาข้าวแบบน้ำขังน้อยมาก

จากลักษณะของลักษณะพื้นที่หรือธรณีสัณฐานเป็นที่มาอันสำคัญที่จะทำให้บ่งบอกลักษณะของการใช้ประโยชน์ที่ดินอย่างกว้าง และเป็นตัวกำหนดลักษณะของนาข้าวในประเทศไทย ซึ่งส่งผลอย่างยิ่งต่อ

ปัจจัยอื่น ๆ ตามมา คือ ระดับการท่วมของน้ำ พันธุ์ข้าว หรือการจัดการต่าง ๆ ปัจจัยทางด้านลักษณะทางธรรมชาติพื้นฐานจึงเป็นปัจจัยหลักที่นำมาใช้ในการจำแนกประเภทของการใช้ที่ดินนาข้าวของประเทศไทย

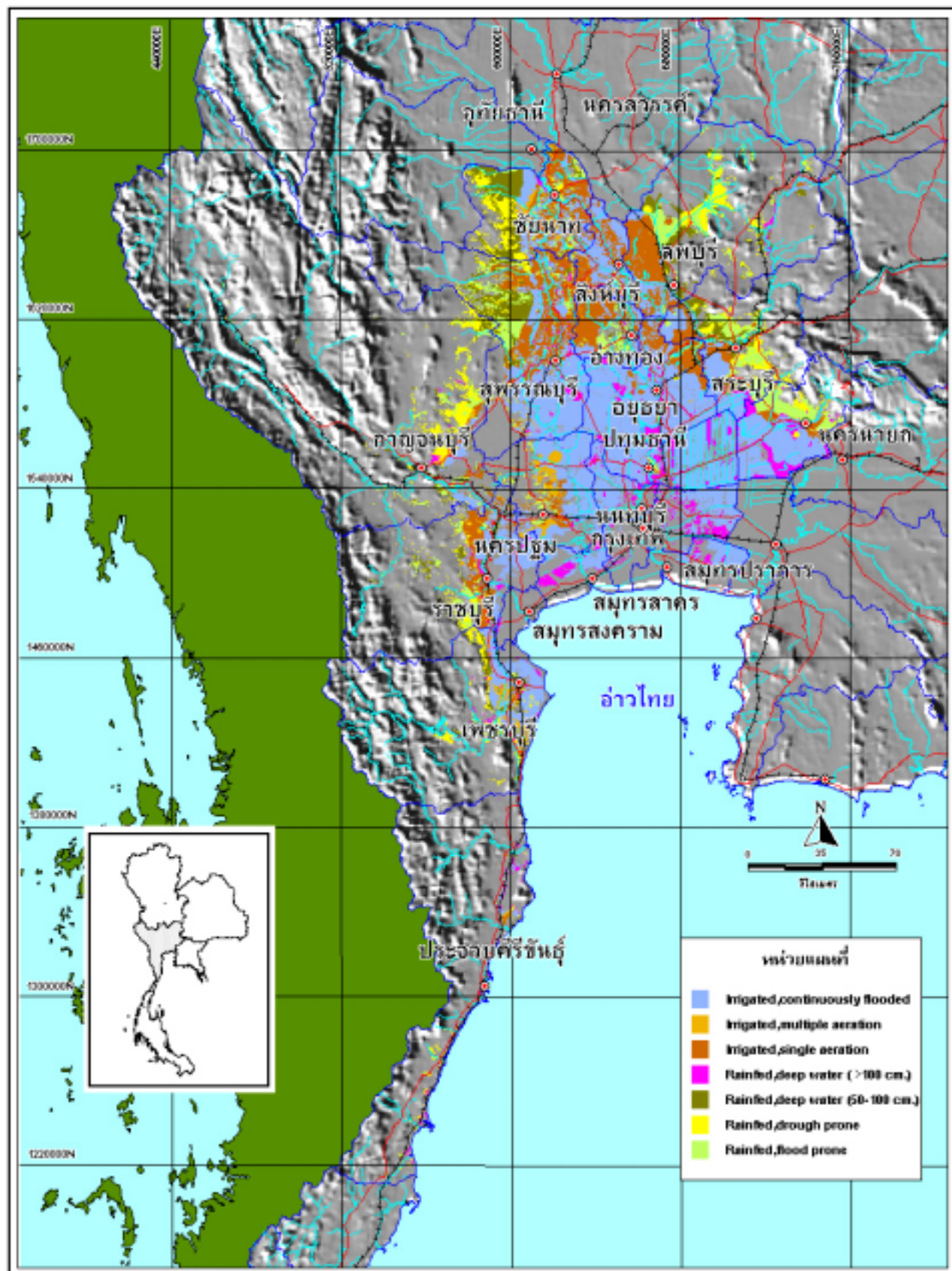
### 3.2 นาข้าวจำแนกตามระบบ IPCC

จากการวิเคราะห์พื้นที่นาข้าวตามระบบ IPCC ในฤดูฝนและฤดูแล้งรายภาคมีพื้นที่ดังต่อไปนี้

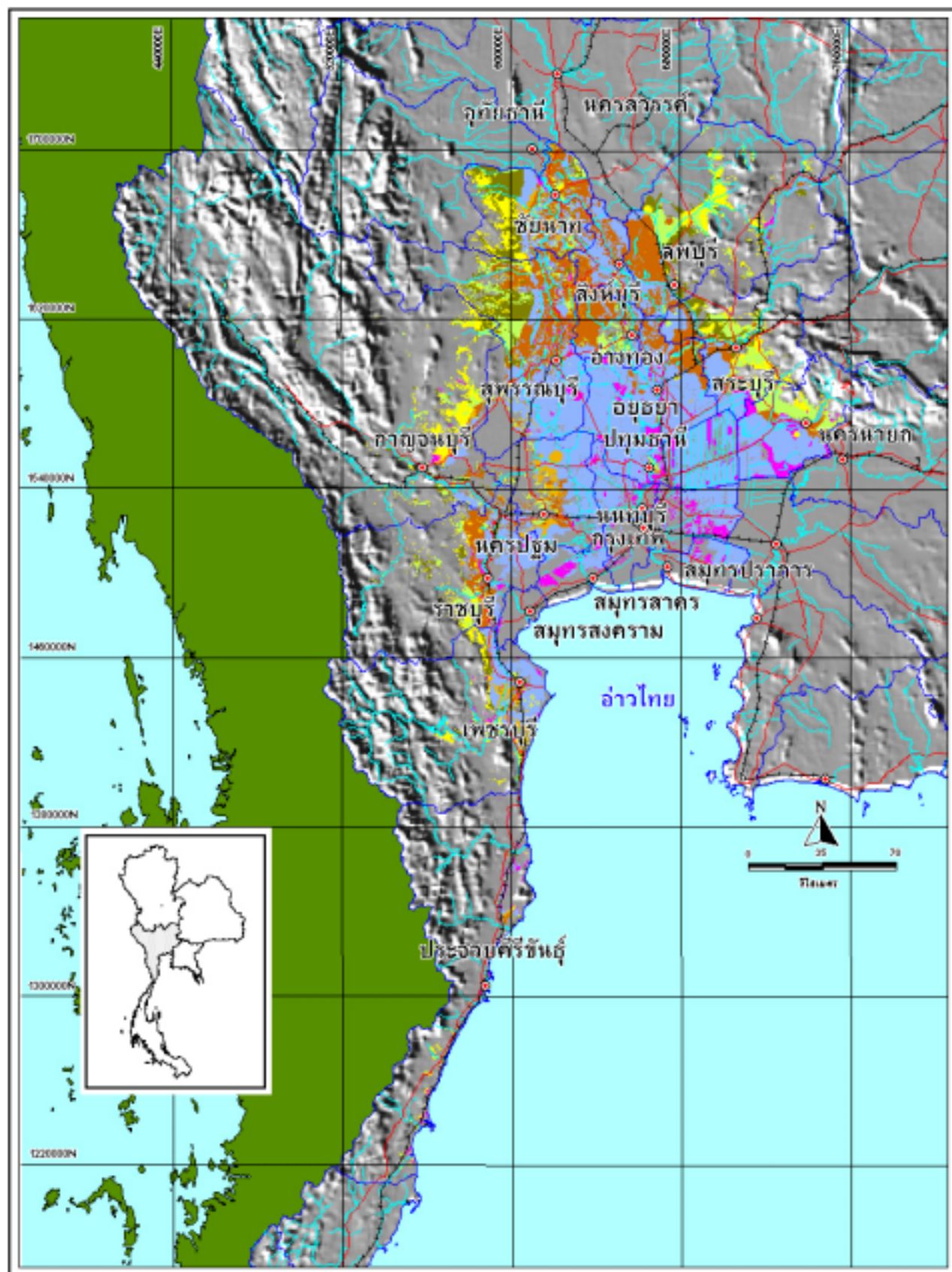
#### 3.2.1 ภาคกลาง แสดงในรูปที่ 3-1 ถึง 3-2

| พื้นที่นาข้าวของภาคกลางในฤดูฝน |                                     |            |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------|
| ลำดับ                          | นาข้าวจำแนกตาม Water Regime (IPCC)  | ไร่        |
| 1                              | Irrigated, continuously flooded     | 6,391,404  |
| 2                              | Irrigated, multiple aeration        | 389,810    |
| 3                              | Irrigated, single aeration          | 2,433,267  |
| 4                              | Rainfed, very deep water (>100 cm.) | 890,573    |
| 5                              | Rainfed, deep water (50-100 cm.)    | 1,018,353  |
| 6                              | Rainfed, drought prone              | 863,051    |
| 7                              | Rainfed, flood prone                | 1,434,213  |
| รวม                            |                                     | 13,420,671 |

| พื้นที่นาข้าวของภาคกลางในฤดูแล้ง |                                    |           |
|----------------------------------|------------------------------------|-----------|
| ลำดับ                            | นาข้าวจำแนกตาม Water Regime (IPCC) | ไร่       |
| 1                                | Irrigated, continuously flooded    | 1,668,942 |
| 2                                | Irrigated, multiple aeration       | 92,458    |
| 3                                | Irrigated, single aeration         | 406,200   |
| รวม                              |                                    | 2,167,600 |



รูปที่ 3-1 พื้นที่นาข้าวของภาคกลางในฤดูฝนจำแนกตามระบบ IPCC



รูปที่ 3-2 พื้นที่นาข้าวของภาคกลางในฤดูแล้งจำแนกตามระบบ IPCC

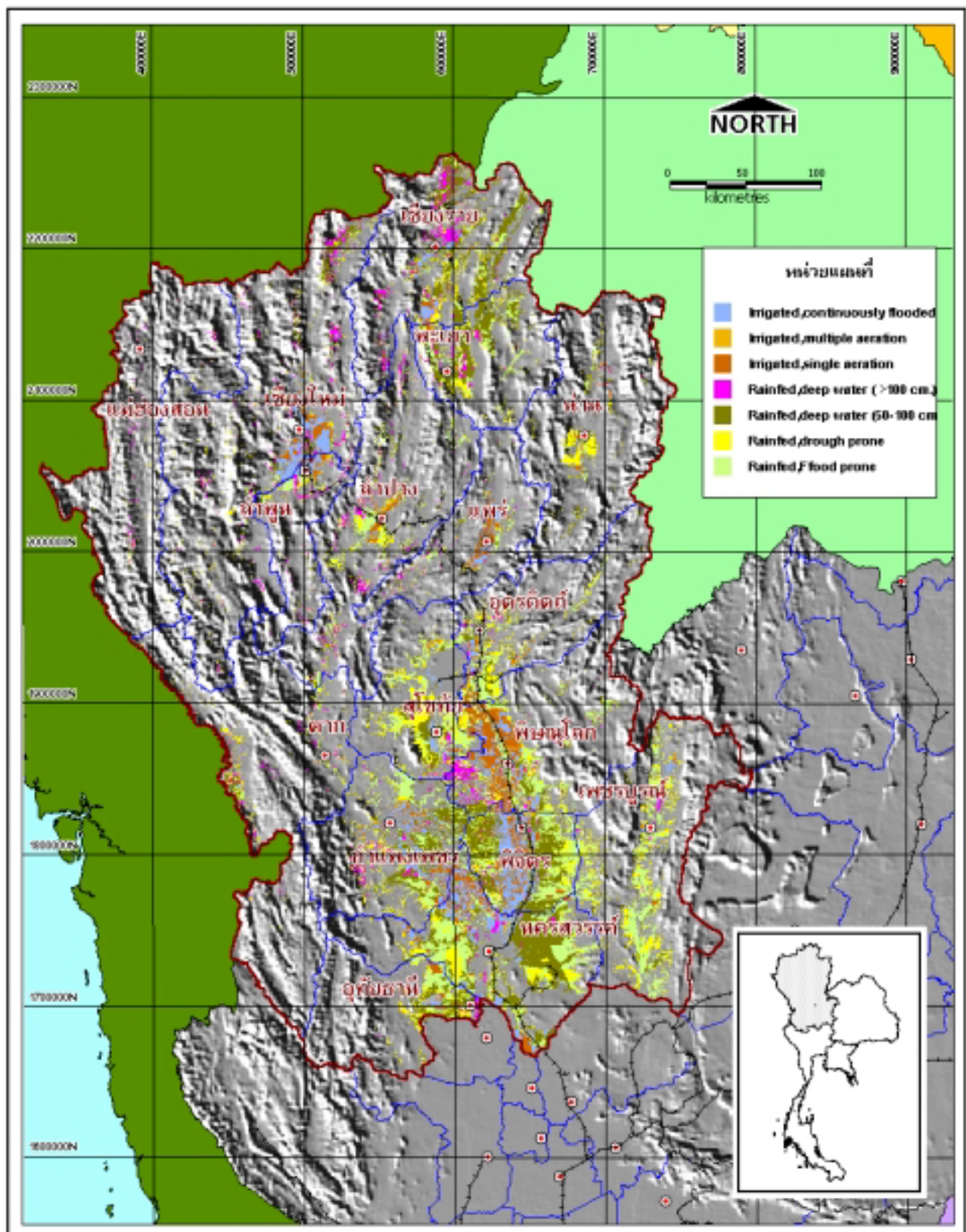
### 3.2.2 ภาคเหนือ แสดงในรูปที่ 3-3 ถึง 3-4

#### พื้นที่นาข้าวของภาคเหนือในฤดูฝน

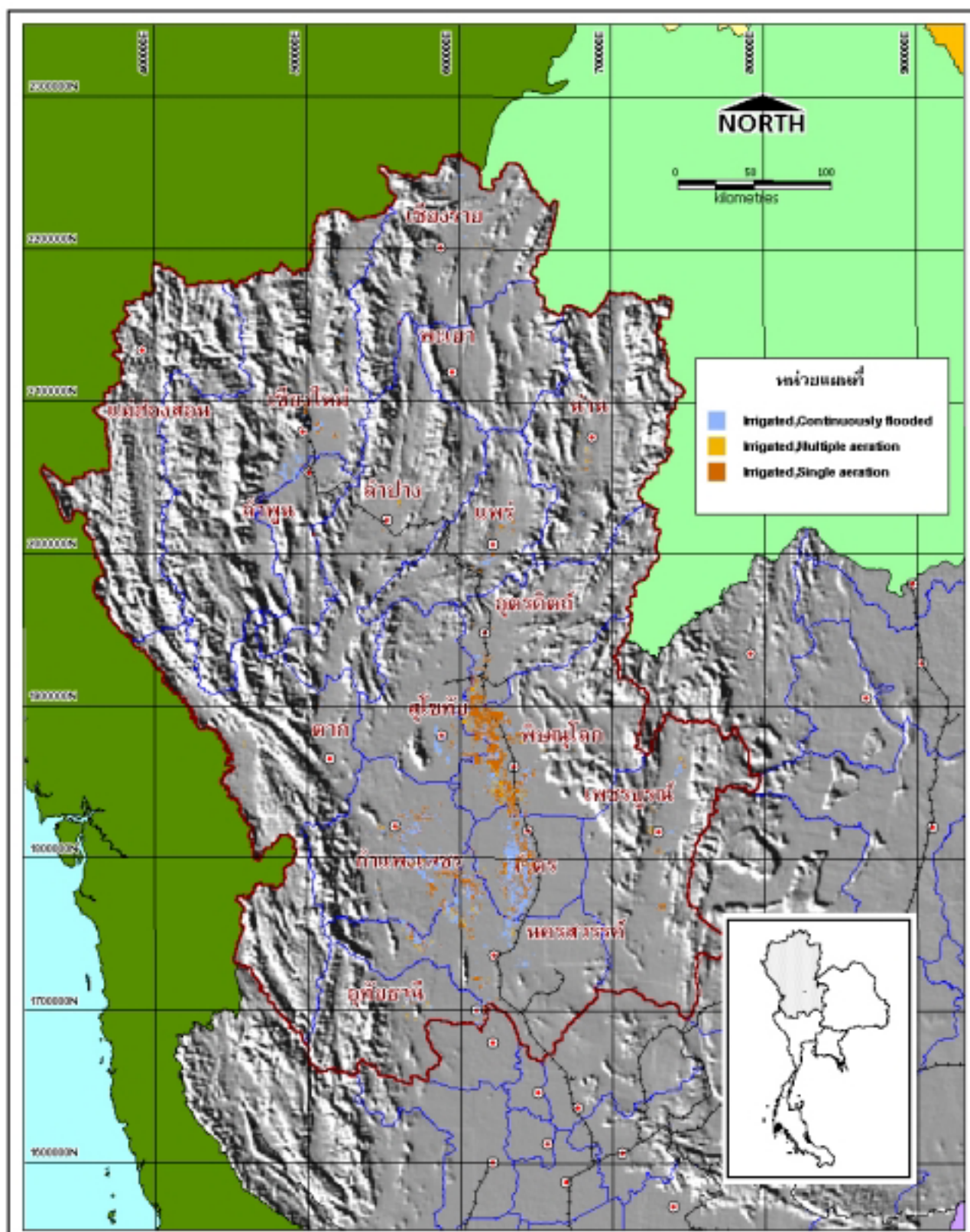
| ลำดับ | นาข้าวจำแนกตาม Water Regime (IPCC)  | ไร่           |
|-------|-------------------------------------|---------------|
| 1     | Irrigated, continuously flooded     | 2,116,473     |
| 2     | Irrigated, multiple aeration        | 254,903       |
| 3     | Irrigated, single aeration          | 1,767,477.525 |
| 4     | Rainfed, very deep water (>100 cm.) | 1,316,950     |
| 5     | Rainfed, deep water (50-100 cm.)    | 4,794,241.193 |
| 6     | Rainfed, drought prone              | 3,143,627     |
| 7     | Rainfed, flood prone                | 4,984,336.919 |
| รวม   |                                     | 18,378,008.64 |

#### พื้นที่นาข้าวของภาคเหนือในฤดูแล้ง

| ลำดับ | นาข้าวจำแนกตาม Water Regime (IPCC) | ไร่       |
|-------|------------------------------------|-----------|
| 1     | Irrigated, continuously flooded    | 1,034,183 |
| 2     | Irrigated, multiple aeration       | 113,183   |
| 3     | Irrigated, single aeration         | 921,790   |
| รวม   |                                    | 2,069,156 |



รูปที่ 3-3 พื้นที่น้ำท่วมของภาคเหนือในฤดูฝนจำแนกตามระบบ IPCC

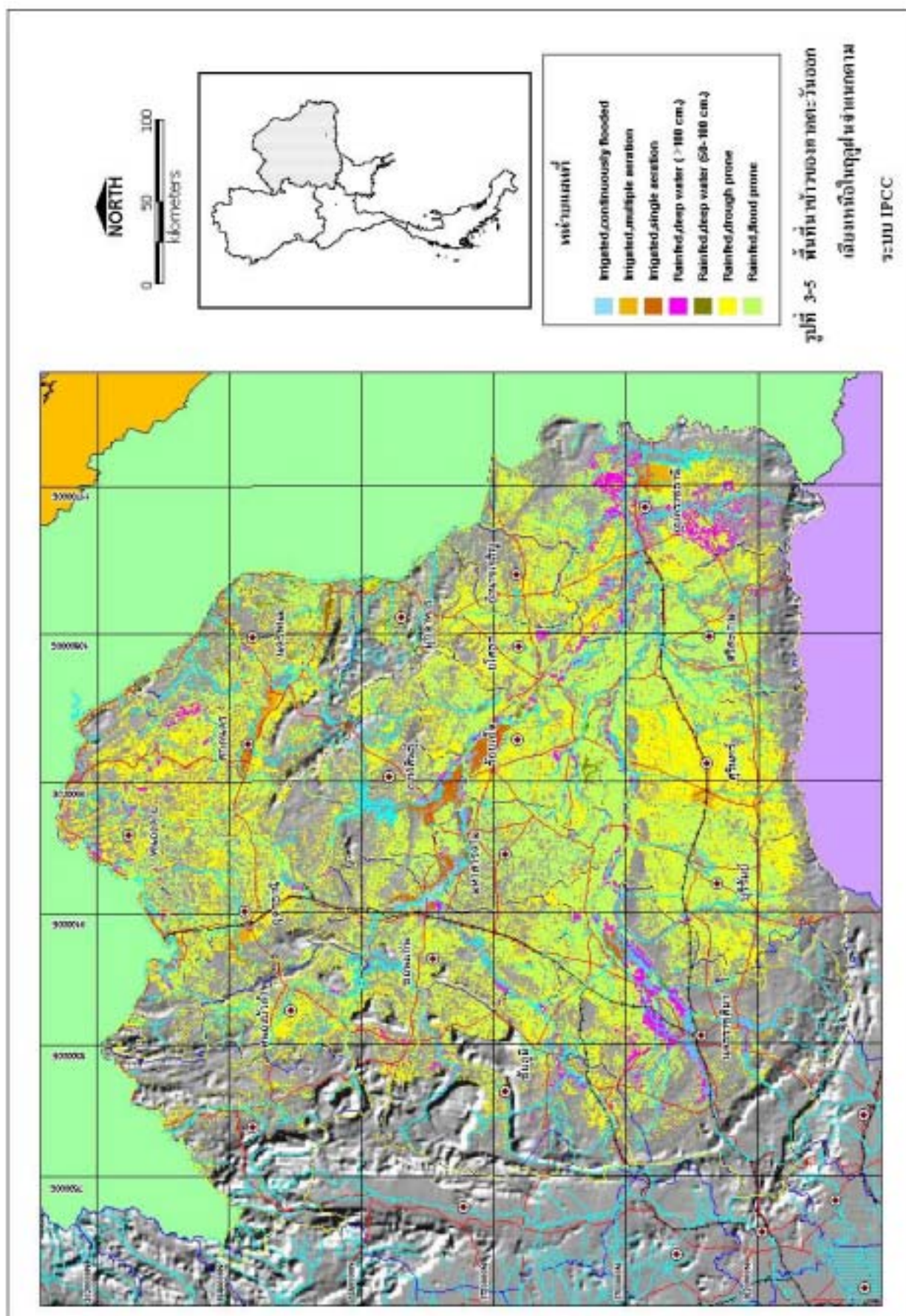


รูปที่ 3-4 พื้นที่น้ำท่วมของภาคเหนือในฤดูแล้งจำแนกตามระบบ IPCC

### 3.2.3 ภาวะวันออกเฉียงเหนือ แสดงในรูปที่ 3-5

| พื้นที่นาข้าวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูฝน |                                      |            |
|----------------------------------------------|--------------------------------------|------------|
| ลำดับ                                        | นาข้าวจำแนกตาม Water Regime (IPCC)   | ไร่        |
| 1                                            | Irrigated, continuously flooded      | 603,088    |
| 2                                            | Irrigated, multiple aeration         | 545,221    |
| 3                                            | Irrigated, single aeration           | 866,577    |
| 4                                            | Rainfed, very deep water ( >100 cm.) | 2,516,303  |
| 5                                            | Rainfed, deep water (50-100 cm.)     | 469,090    |
| 6                                            | Rainfed, drought prone               | 17,531,186 |
| 7                                            | Rainfed, flood prone                 | 22,191,851 |
| รวม                                          |                                      | 44,723,316 |

| พื้นที่นาข้าวของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในฤดูแล้ง |                                    |        |
|------------------------------------------------|------------------------------------|--------|
| ลำดับ                                          | นาข้าวจำแนกตาม Water Regime (IPCC) | ไร่    |
| 1                                              | Irrigated, Continuously flooded    | 38,927 |
| 2                                              | Irrigated, Multiple aeration       | 24,840 |
| 3                                              | Irrigated, Single aeration         | 20,307 |
| รวม                                            |                                    | 84,073 |



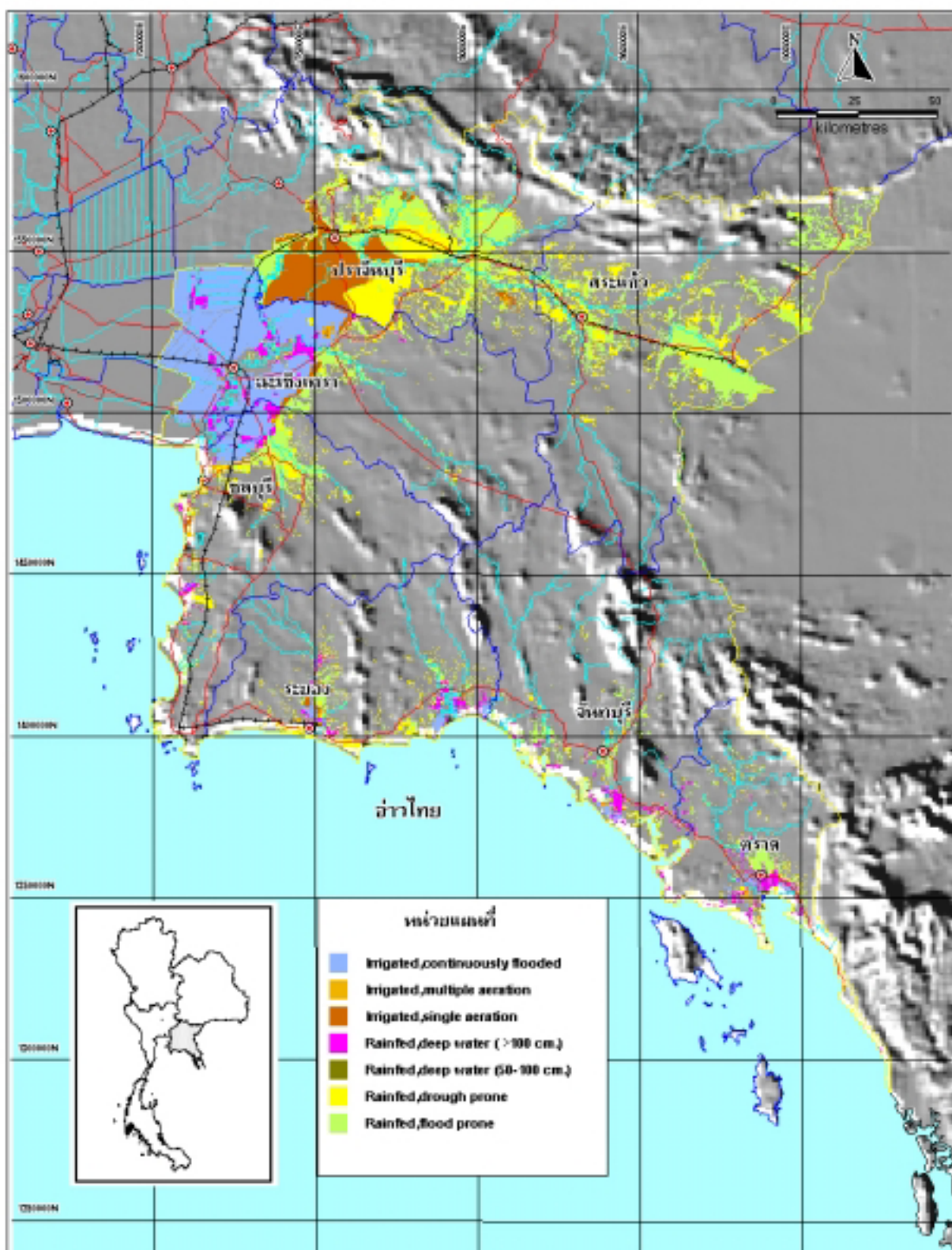
### 3.2.4 ภาวะวันออก แสดงในรูปที่ 3-6

#### พื้นที่นาข้าวในฤดูฝนของภาวะวันออก

| ลำดับ | นาข้าวจำแนกตาม Water Regime (IPCC)   | ไร่       |
|-------|--------------------------------------|-----------|
| 1     | Irrigated, continuously flooded      | 1,078,171 |
| 2     | Irrigated, multiple aeration         | 33,541    |
| 3     | Irrigated, single aeration           | 422,943   |
| 4     | Rainfed, very deep water ( >100 cm.) | 297,012   |
| 5     | Rainfed, deep water (50-100 cm.)     | 719       |
| 6     | Rainfed, drought prone               | 754,841   |
| 7     | Rainfed, flood prone                 | 1,394,329 |
| รวม   |                                      | 3,981,556 |

#### พื้นที่นาข้าวในฤดูแล้งของภาวะวันออก

| ลำดับ | นาข้าวจำแนกตาม Water Regime (IPCC) | ไร่ |
|-------|------------------------------------|-----|
| 1     | Irrigated, continuously flooded    | 69  |
| 2     | Irrigated, multiple aeration       | 87  |
| 3     | Irrigated, single aeration         | 63  |
| รวม   |                                    | 220 |



รูปที่ 3-6 พื้นที่นาข้าวของภาคตะวันออกในฤดูฝนจำแนกตามระบบ IPCC

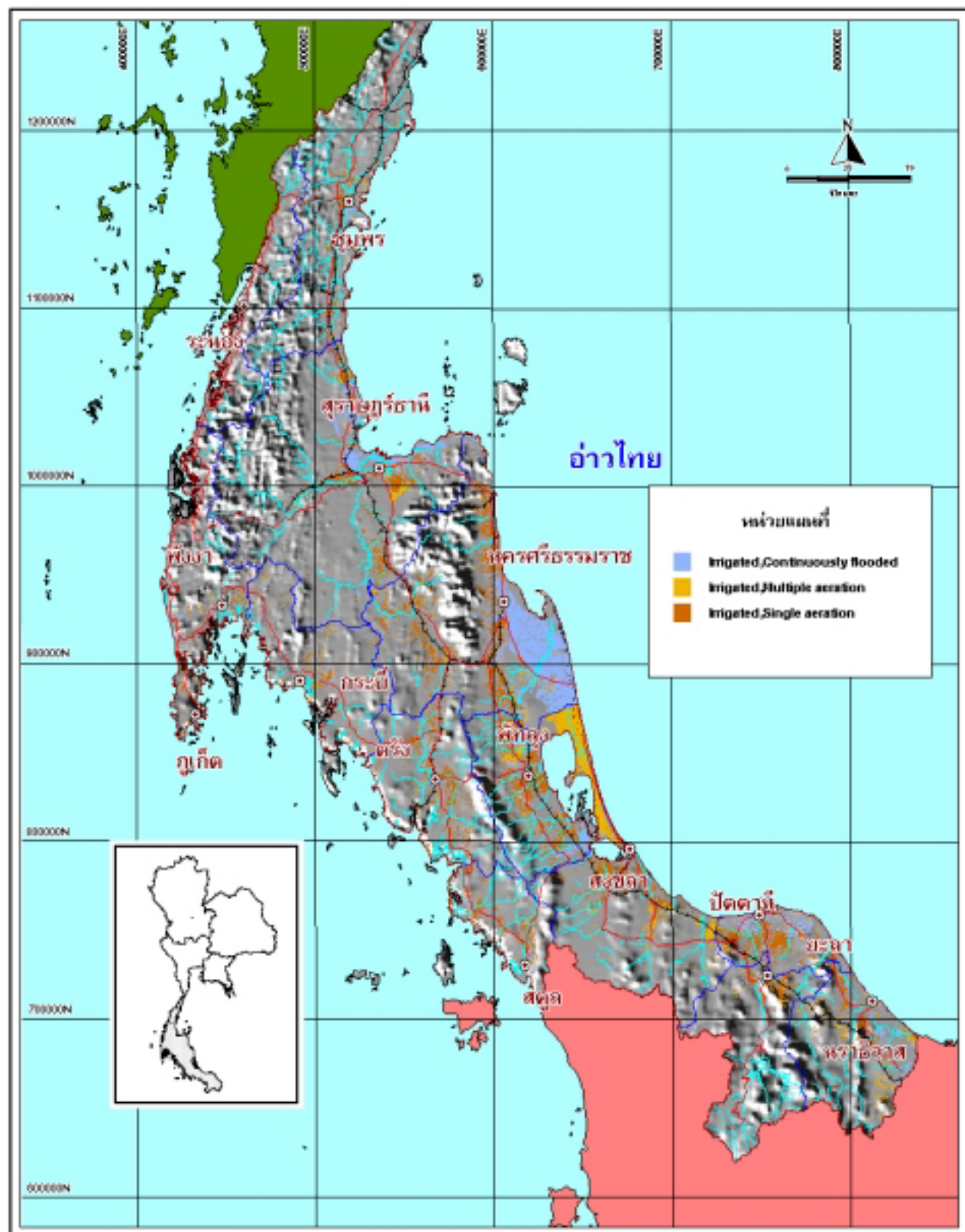
### 3.2.5 ภาคใต้ แสดงในรูปที่ 3-7

#### พื้นที่นาข้าวของภาคใต้ในฤดูฝน

| ลำดับ | นาข้าวจำแนกตาม Water Regime (IPCC) | ไร่       |
|-------|------------------------------------|-----------|
| 1     | Irrigated, continuously flooded    | 1,811,676 |
| 2     | Irrigated, multiple aeration       | 1,006,869 |
| 3     | Irrigated, single aeration         | 2,163,798 |
| รวม   |                                    | 4,982,344 |

#### พื้นที่นาข้าวของภาคใต้ในฤดูแล้ง

| ลำดับ | นาข้าวจำแนกตาม Water Regime (IPCC) | ไร่ |
|-------|------------------------------------|-----|
| 1     | Irrigated, continuously flooded    | -   |
| 2     | Irrigated, multiple aeration       | -   |
| 3     | Irrigated, single aeration         | -   |
| รวม   |                                    | -   |



รูปที่ 3-7 พื้นที่นาข้าวของภาคใต้ในจุดศูนย์กลางตามระบบ IPCC

### 3.3 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

จากการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวทั้งในฤดูฝนและฤดูแล้งรายภาคและรวมทั้งประเทศไทยพบว่ามีปริมาณ 2,215,436 ตันต่อปี ดังแสดงรายละเอียดตารางที่ 3-1 และ 3-2

### 3.4 โปรแกรมเรียกใช้ฐานข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

#### 3.4.1 ภาพรวมของโปรแกรม

เป็นโปรแกรมที่ใช้ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวใน Format ของ Arc/info และ Arc View โดยผ่านทางโปรแกรม Arc View 3.2 ทางสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชียได้แยกฐานข้อมูลเป็นชุดตามรายภาค ไว้แต่ละ Directory มีชื่อดังนี้

1. ภาคกลาง ชื่อ D:\M\_th\CE
2. ภาคตะวันออก ชื่อ D:\M\_th\EA
3. ภาคเหนือ ชื่อ D:\M\_th\NO
4. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ชื่อ D:\M\_th\NE
5. ภาคใต้ ชื่อ D:\M\_th\SO

#### 3.4.2 โครงสร้างฐานข้อมูลก๊าซมีเทน

ฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการประเมินก๊าซมีเทน ประกอบด้วย 7 Themes

1. ฐานข้อมูลคุณสมบัติดิน (File name: Soil)
2. ฐานข้อมูลพื้นที่นาข้าวฤดูฝนจำแนกตามระบบ IPCC (File name: IPCC\_WET.Shap)
3. ฐานข้อมูลพื้นที่นาข้าวฤดูแล้งจำแนกตามระบบ IPCC (File name: IPCC\_DRY.Shap)
4. ฐานข้อมูลพื้นที่นาข้าวฤดูฝนจำแนกตามระบบนิเวศ (File name: PAD\_ECOW.Shap)
5. ฐานข้อมูลพื้นที่นาข้าวฤดูแล้งจำแนกตามระบบนิเวศ (File name: PAD\_ECOW.Shap)
6. ฐานข้อมูลพื้นที่ชลประทาน (File name: IRR.Shap)
7. ฐานข้อมูลการปกครอง (File name: Province)

ตารางที่ 3-1 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในฤดูฝน (ตัน)

| ลำดับ | นาข้าวตาม<br>WATER REGIME IPCC       | ภาคใต้  | ภาคตะวันออก | ภาคเหนือ | ภาคกลาง | ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | รวม       |
|-------|--------------------------------------|---------|-------------|----------|---------|-----------------------|-----------|
| 1     | Irrigated, continuously flooded      | 61,168  | 39,898      | 78,320   | 236,513 | 22,317                | 438,215   |
| 2     | Irrigated, multiple aeration         | 6,799   | 248         | 1,887    | 2,885   | 4,035                 | 15,854    |
| 3     | Irrigated, single aeration           | 36,528  | 7,825       | 32,703   | 45,021  | 16,034                | 138,111   |
| 4     | Rainfed, very deep water ( >100 cm.) |         | 8,793       | 38,987   | 26,364  | 74,492                | 148,636   |
| 5     | Rainfed, deep water (50-100 cm.)     |         | 16          | 106,446  | 22,610  | 10,415                | 139,487   |
| 6     | Rainfed,drought prone                |         | 11,173      | 46,532   | 12,775  | 259,495               | 329,975   |
| 7     | Rainfed, flood prone                 |         | 41,277      | 147,556  | 42,458  | 656,964               | 888,255   |
|       | รวม                                  | 104,495 | 109,230     | 452,429  | 388,627 | 1,043,753             | 2,098,534 |

ตารางที่ 3-2 ปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในฤดูแล้ง (ตัน)

| ลำดับ | นาข้าวตาม<br>WATER REGIME IPCC  | ภาคใต้ | ภาคตะวันออก | ภาคเหนือ | ภาคกลาง | ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | รวม     |
|-------|---------------------------------|--------|-------------|----------|---------|-----------------------|---------|
| 1     | Irrigated, continuously flooded | na     | na          | 34,917   | 56,349  | 1,314                 | 92,580  |
| 2     | Irrigated, multiple aeration    | na     | na          | 764      | 624     | 168                   | 1,556   |
| 3     | Irrigated, single aeration      | na     | na          | 15,561   | 6,857   | 343                   | 22,761  |
|       | รวม                             | na     | na          | 51,243   | 63,830  | 1,825                 | 116,898 |

## โครงสร้างฐานข้อมูลที่สำคัญมีรายละเอียดดังนี้

### 1.1 ฐานข้อมูลคุณสมบัติดิน ประกอบไปด้วย Field ที่สำคัญ

| Field            | Type | Width | Decimal | ความหมาย                |
|------------------|------|-------|---------|-------------------------|
| 1.1.1 terrain_c  | C    | 30    | -       | แสดงลักษณะพื้นที่       |
| 1.1.2 mreg_des   | C    | 20    | -       | แสดงระบบความชื้นดิน     |
| 1.1.3 tex_cl     | C    | 24    | -       | แสดงประเภทเนื้อดิน      |
| 1.1.4 topper     | C    | 23    | -       | แสดงภูมิประเทศ          |
| 1.1.5 sand       | N    | 20    | 2       | แสดง % sand             |
| 1.1.6 silt       | N    | 20    | 2       | แสดง % silt             |
| 1.1.7 clay       | N    | 20    | 2       | แสดง % sand             |
| 1.1.8 ph_describ | C    | 25    | -       | แสดงปฏิกิริยาดิน        |
| 1.1.9 om_describ | C    | 25    | -       | แสดงปริมาณอินทรีย์วัตถุ |

### 1.2 ฐานข้อมูลพื้นที่นาข้าวฤดูฝนจำแนกตามระบบ IPCC ประกอบไปด้วย Field ที่สำคัญ

| Field         | Type | Width | Decimal | ความหมาย                                                                                                                    |
|---------------|------|-------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.2.1 descrip | -    | 30    | -       | แสดงลักษณะนาข้าว (IPCC)                                                                                                     |
| 1.2.2 base    | C    | 20    | -       | แสดงค่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทน<br>ที่ใช้เป็นฐานการคำนวณ (g/sq.m.)                                                              |
| 1.2.3 scaling | C    | 24    | -       | แสดง Scaling ของนาข้าวที่สามารถ<br>ปลดปล่อยก๊าซมีเทน เมื่อเปรียบเทียบกับ<br>นาข้าวชลประทานฤดูฝนที่น้ำท่วม<br>อย่างต่อเนื่อง |
| 1.2.4 area    | C    | 23    | -       | แสดงพื้นที่นาข้าว (sq.m.)                                                                                                   |
| 1.2.5 em      | N    | 20    | 2       | แสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจริงใน<br>Polygon นั้นๆ                                                                             |

### 1.3 ฐานข้อมูลพื้นที่นาข้าวฤดูแล้งจำแนกตามระบบ IPCC ประกอบไปด้วย Field ที่สำคัญ

| Field         | Type | Width | Decimal | ความหมาย                                                                                                                                                |
|---------------|------|-------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.3.1 descrip | -    | 30    | -       | แสดงลักษณะนาข้าว (IPCC)                                                                                                                                 |
| 1.3.2 base    | C    | 20    | -       | แสดงค่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทนที่ใช้เป็นฐานการคำนวณ (g/sq.m.)                                                                                              |
| 1.3.3 scaling | C    | 24    | -       | แสดง Scaling ของนาข้าวที่สามารถปลดปล่อยก๊าซมีเทนในฤดูแล้ง หรือข้าวนาปรัง เมื่อเปรียบเทียบกับนาข้าวชลประทานในฤดูแล้งหรือข้าวนาปรังที่น้ำท่วมขังต่อเนื่อง |
| 1.3.4 area    | C    | 23    | -       | แสดงพื้นที่นาข้าว (sq.m.)                                                                                                                               |
| 1.3.5 em      | N    | 20    | 2       | แสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจริงใน Polygon นั้นๆ                                                                                                            |

### 1.4 ฐานข้อมูล พื้นที่นาข้าวฤดูฝนจำแนกตามระบบนิเวศซึ่งจำแนกแยกย่อยจากระบบ IPCC โดยใช้ ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และประเภทของเนื้อดินมาเป็นเกณฑ์ในการจำแนก ประกอบไปด้วย Field ที่สำคัญ

| Field          | Type | Width | Decimal | ความหมาย                                                                                                                                 |
|----------------|------|-------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.4.1 IPCC     | -    | 30    | -       | แสดงลักษณะนาข้าว (ตามระบบ IPCC)                                                                                                          |
| 1.4.2 OM       | C    | 30    | -       | แสดงระดับอินทรีย์วัตถุ                                                                                                                   |
| 1.4.3 texture  | C    | 30    | -       | แสดงประเภทเนื้อดิน                                                                                                                       |
| 1.4.4 landform | C    | 30    | -       | แสดงลักษณะพื้นที่                                                                                                                        |
| 1.4.5 irrigate | C    |       | -       | แสดงสภาพเกษตรชลประทานหรือเกษตรน้ำฝน                                                                                                      |
| 1.4.6 base     | C    | 20    | -       | แสดงค่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทนที่ใช้เป็นฐานการคำนวณ (g/sq.m.)                                                                               |
| 1.4.7 scaling  | N    | 3     | 2       | แสดง Scaling ของนาข้าวที่สามารถปลดปล่อยก๊าซมีเทนในฤดูฝน เมื่อเปรียบเทียบกับ นาข้าวชลประทานในฤดูแล้ง หรือข้าวนาปรังที่น้ำท่วมขังต่อเนื่อง |
| 1.4.8 area     | N    | 23    | -       | แสดงพื้นที่นาข้าว (sq.m.)                                                                                                                |

|               |   |    |   |                                                                                              |
|---------------|---|----|---|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.4.9 OM_W    | N | 3  | 2 | แสดง Weighting ของปริมาณอินทรีย์วัตถุ ที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน จากสัดส่วนเต็มเท่ากับ 1 |
| 1.4.10 TEXT_W | N | 3  | 2 | แสดง Scaling ของประเภทเนื้อดิน ที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน จากสัดส่วนเต็มเท่ากับ 1        |
| 1.4.11 EMGSQM | N | 10 | 2 | แสดงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน เมื่อพิจารณาปัจจัยอินทรีย์วัตถุ และประเภทเนื้อดินแล้ว         |
| 1.4.12 EM     | N | 10 | 2 | แสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจริงใน Polygon นั้นๆ                                                 |

1.5 ฐานข้อมูล พื้นที่นาข้าวฤดูแล้งจำแนกตามระบบนิเวศซึ่งจำแนกแยกย่อยจากระบบ IPCC โดยใช้ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และประเภทของเนื้อดินมาเป็นเกณฑ์ในการจำแนก ประกอบไปด้วย Field ที่สำคัญ

| Field          | Type | Width | Decimal | ความหมาย                                                                                                                                 |
|----------------|------|-------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.5.1 IPCC     | -    | 30    | -       | แสดงลักษณะนาข้าว (IPCC)                                                                                                                  |
| 1.5.2 OM       | C    | 30    | -       | แสดงระดับอินทรีย์วัตถุ                                                                                                                   |
| 1.5.3 texture  | C    | 30    | -       | แสดงประเภทเนื้อดิน                                                                                                                       |
| 1.5.4 landform | C    | 30    | -       | แสดงลักษณะพื้นที่                                                                                                                        |
| 1.5.5 irrigate | C    | 30    | -       | แสดงสภาพเกษตรชลประทานหรือเกษตรน้ำฝน                                                                                                      |
| 1.5.6 base     | C    | 20    | -       | แสดงค่าการปลดปล่อยก๊าซมีเทนที่ใช้เป็นฐานการคำนวณ (g/sq.m.)                                                                               |
| 1.5.7 scaling  | C    | 24    | -       | แสดง Scaling ของนาข้าว ที่สามารถปลดปล่อยก๊าซมีเทนในฤดูฝน เมื่อเปรียบเทียบกับนาข้าวชลประทานในฤดูแล้งหรือข้าวนาปรัง ที่น้ำท่วมขังต่อเนื่อง |
| 1.5.8 area     | C    | 23    | -       | แสดงพื้นที่นาข้าว (sq.m.)                                                                                                                |

|               |   |    |   |                                                                                                    |
|---------------|---|----|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.5.9 OM_W    | N | 3  | 2 | แสดง Scaling ของปริมาณอินทรีย์-<br>วัตถุ ที่มีผลต่อการปลดปล่อยก๊าซ<br>มีเทนจากสัดส่วนเดิมเท่ากับ 1 |
| 1.5.10 TEXT_W | N | 3  | 2 | แสดง Scaling ของประเภทเนื้อดิน ที่มี<br>ผลต่อการปลดปล่อยก๊าซมีเทน จาก<br>สัดส่วนเดิมเท่ากับ 1      |
| 1.5.11 EMGSQM | N | 10 | 2 | แสดงปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน<br>เมื่อพิจารณาปัจจัยอินทรีย์วัตถุ และ<br>ประเภทเนื้อดินแล้ว        |
| 1.5.12 EM     | N | 10 | 2 | แสดงการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจริงใน<br>Polygon                                                          |

หมายเหตุ: C หมายถึง Character

N หมายถึง Nnumeric

### 3.5 ความสามารถของโปรแกรม

ใน Customized Menu ที่ได้จัดทำขึ้นประกอบด้วย กลุ่มของการใช้งานอยู่ 3 กลุ่มคือ การวิเคราะห์ข้อมูล (Analyst) การแสดงผล (Display) การสอบถามข้อมูล (Query) และ การสืบค้นข้อมูล (Search) ดังรายละเอียดดังนี้

**3.5.1. การวิเคราะห์ข้อมูล (Analyst)** ในกลุ่มนี้จะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยก๊าซมีเทน เพื่อหาปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนรายภาค และผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลหรือ Update ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอัตราการปลดปล่อยมีเทนจากนาข้าวได้ถ้าหากมีข้อมูลที่ได้จากงานทดลองมาใหม่ หลังจากป้อนข้อมูลแล้ว ใน Customized Menu จะสร้างเมนูเพื่อให้มีการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยมีเทนจากนาข้าวรายภาคและรวมทั้งประเทศ

**3.5.2 การแสดงผล (Display)** เป็นส่วนการทำงานที่แสดงผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแสดงผลการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในฤดูฝนและฤดูแล้ง การแสดงผลมีสองระดับคือตามรายภาคและรายประเทศ

**3.5.3. การสอบถามข้อมูล (Query)** เป็นการสอบถามรายละเอียดข้อมูลใน Theme ต่างๆ ทั้ง 6 Theme ดังกล่าวข้างต้น เช่นสอบถามข้อมูลดิน ข้อมูลประเภทนาข้าว พื้นที่ชลประทาน ขอบเขตการปกครอง ในตำแหน่งที่ต้องการทราบโดยใช้ mouse คลิกไปที่ตำแหน่งที่ต้องการใน Customized Menu ได้สร้างไอคอนของ Theme ข้อมูลที่ต้องการสืบค้นเอาไว้ให้เลือกก่อนที่จะสอบถาม

**3.5.4. การสืบค้นข้อมูล (Search)** เป็นการค้นหาข้อมูลตามที่ทราบรายละเอียดของข้อมูลแต่ไม่ทราบตำแหน่งหรือขอบเขตของข้อมูล เช่น ต้องการทราบพื้นที่นาข้าวที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุต่ำกว่าอยู่บริเวณ

ไหนของภาคบ้าง การกระจาย ตัวเป็นอย่างไร โดยสามารถเลือกได้จากรายการใน Customized Menu จะ  
สร้างเมนูของแต่ละ Theme ไว้ให้

## รายละเอียดของวิธีการใช้โปรแกรม

### 1. การติดตั้งโปรแกรมและฐานข้อมูล

1.1 ข้อมูล ข้อมูลของก๊าซมีเทน บรรจุใน CD 2 แผ่น ให้ผู้ใช้ copy ข้อมูลลง hard disk ใน directory D:\ M\_th เมื่อเสร็จแล้ว ให้ผู้ใช้เรียกไฟล์ methane.apr ซึ่งอยู่ใน directory D:\ M\_th เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และประมวลผล

1.2 โปรแกรม ให้ผู้ใช้ติดตั้งโปรแกรม Areview 3.2a พร้อมทั้ง Extension Spatial Analysis ใน Windows 98 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ไม่ควรต่ำกว่า Pentium 4 และ VGA Card ไม่ควรต่ำกว่า 64 Mb

2. การเรียกใช้โปรแกรม เพื่อความสะดวกในการใช้งาน ให้สร้าง shortcut ของ methane.apr มาวางที่หน้าจอ ดังภาพที่ 1. แล้วจึง Double click ที่ shortcut ของ methane.apr เพื่อเข้าสู่โปรแกรกดังภาพที่

2. โปรแกรมจะแสดงหน้าจอทำงานหลัก ดังภาพที่ 2 และภาพที่ 3

3. การทำงานของโปรแกรม จากหน้าจอทำงานหลัก จะประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลัก คือการวิเคราะห์ข้อมูล การแสดงผลข้อมูล การสืบค้นข้อมูล และการสอบถามข้อมูล สำหรับข้อมูลจะแบ่งออกเป็น 5 ภาค โดยในแต่ละภาคจะประกอบด้วยข้อมูล 6 ไฟล์ รวมทั้งหมด 30 ไฟล์

ชื่อไฟล์จะปรากฏที่หน้าจอด้านซ้าย ดังนี้

#### 3.1 ข้อมูลดิน แบ่งออกเป็น

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| ภาคกลาง               | cesoil  |
| ภาคเหนือ              | no soil |
| ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | ne soil |
| ภาคตะวันออก           | ea soil |
| ภาคใต้                | so soil |

#### 3.2 ข้อมูลการชลประทาน แบ่งออกเป็น

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| ภาคกลาง               | cceirr_a |
| ภาคเหนือ              | noirr_a  |
| ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | neirr_a  |
| ภาคตะวันออก           | ea irr_a |
| ภาคใต้                | so irr_a |

#### 3.3 ข้อมูลพื้นที่นาข้าวในฤดูฝน จำแนกตามระบบ IPCC แบ่งออกเป็น

|                       |          |
|-----------------------|----------|
| ภาคกลาง               | ceipcc_w |
| ภาคเหนือ              | noipcc_w |
| ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | neipcc_w |
| ภาคตะวันออก           | eaipcc_w |

|                                                                     |          |
|---------------------------------------------------------------------|----------|
| ภาคใต้                                                              | soipcc_w |
| 3.4 ข้อมูลพื้นที่นาข้าวในฤดูแล้ง จำแนกตามระบบ IPCC แบ่งออกเป็น      |          |
| ภาคกลาง                                                             | ceipcc_d |
| ภาคเหนือ                                                            | noipcc_d |
| ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ                                               | neipcc_d |
| ภาคตะวันออก                                                         | eaipcc_d |
| ภาคใต้                                                              | soipcc_d |
| 3.5 ข้อมูลพื้นที่นาข้าวในฤดูฝน จำแนกตามระบบนิเวศวิทยา แบ่งออกเป็น   |          |
| ภาคกลาง                                                             | ceeco_w  |
| ภาคเหนือ                                                            | noeco_w  |
| ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ                                               | neeco_w  |
| ภาคตะวันออก                                                         | eaeco_w  |
| ภาคใต้                                                              | soeco_w  |
| 3.6 ข้อมูลพื้นที่นาข้าวในฤดูแล้ง จำแนกตามระบบนิเวศวิทยา แบ่งออกเป็น |          |
| ภาคกลาง                                                             | ceeco_d  |
| ภาคเหนือ                                                            | noeco_d  |
| ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ                                               | neeco_d  |
| ภาคตะวันออก                                                         | eaeco_d  |
| ภาคใต้                                                              | soeco_d  |

**4. การทำงานใน mode การวิเคราะห์ข้อมูล** ประกอบด้วยเมนูหลักการคำนวณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ดังภาพที่ 4 ในเมนูหลักจะประกอบไปด้วย 4 เมนู คือ การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในฤดูฝนตามระบบ IPCC, การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในฤดูแล้งตามระบบ IPCC, การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในฤดูฝนตามระบบนิเวศวิทยา และการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในฤดูแล้งตามระบบนิเวศวิทยา โดยแต่ละเมนูย่อยที่ใช้ในการคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนจากนาข้าวมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

4.1 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในฤดูฝน ตามระบบ IPCC เมื่อ click ที่เมนูย่อย ดังภาพที่ 5 จะแสดงการคำนวณปริมาณก๊าซมีเทนจากนาข้าว ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 7 ประเภท ก่อนที่จะคำนวณปริมาณก๊าซมีเทน ให้ผู้ใช้ทำการเลือกภาคก่อน โดยการ click ที่ปุ่มตกลง หลังจากนั้นระบบจะเลือกเฉพาะพื้นที่นาข้าวแบบ IPCC เฉพาะภาคกลางมาคำนวณ ในการคำนวณจะมี 2 วิธีการ คือ ในกรณีที่ 1 คือ ทำตามระบบ IPCC โดยตรง กำหนดค่า Base ซึ่งเป็นค่าอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทน (มีหน่วยเป็นกรัมต่อตารางเมตรต่อฤดูกาลเพาะปลูก) เพียงหนึ่งค่าซึ่งเป็นค่าสูงสุด (Maximum)

โดย IPCC จะกำหนดมาให้ใช้ในประเทศไทย และส่วนใหญ่จะเป็นค่าอัตราที่เกิดขึ้นในพื้นที่นาข้าวในระบบชลประทานน้ำขังตลอดฤดูกาลเพาะปลูก โดยให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลในช่องด้านซ้ายมือ

ดั่งภาพที่ 6 เช่น ป้อนข้อมูล 23 (หมายถึง 23 กรัมต่อตารางเมตรต่อฤดูกาลเพาะปลูก) แล้วคลิกที่คำนวณ ระบบจะคำนวณก๊าซมีเทนโดยใช้วิธีการให้น้ำหนัก (Scaling Factor) (ดูรายละเอียดในบทที่ 2) สำหรับพื้นที่นาข้าวประเภทอื่นอีก 6 ประเภท ในกรณีที่ 2 ใช้เมื่อผู้ใช้ทราบค่าจริงของอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวในแต่ละประเภทของนาข้าว จากงานทดลองจริงในสนาม หลังจากนั้นให้คลิกที่คำนวณ แล้วยืนยัน ดั่งภาพที่ 7 ระบบจะคำนวณผล เมื่อแล้วเสร็จจะแสดง Message การประมวลผล ให้ตอบ OK (ดั่งภาพที่ 8 ถึงภาพที่ 12) เป็นอันสิ้นสุด การคำนวณก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่จำแนกตามระบบ IPCC แล้วให้ดำเนินการภาคอื่น ๆ จนเสร็จ และเลือก Exit เพื่อออกจากหน้าต่างการทำงาน

4.2 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในฤดูแล้งตามระบบ IPCC ดั่งภาพที่ 13 ถึง 15 การทำงานคล้ายคลึงกับเมนูย่อยแรก แต่ต่างกันที่การปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวเป็นของฤดูแล้งเท่านั้น

4.3 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในฤดูฝนตามระบบนิเวศวิทยา (วิธีการจำแนกดูจากบทที่ 2) วิธีการเหมือนกับสองเมนูแรก แต่การคำนวณจะแตกต่างกันในเรื่องของการพิจารณาความแตกต่างกันของปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและประเภทเนื้อดินในนาข้าวเท่านั้น ดั่งภาพที่ 16 และ 17

4.4 การปลดปล่อยก๊าซมีเทนในฤดูแล้งตามระบบนิเวศวิทยา ให้ดำเนินคล้ายกับเมนูการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในฤดูฝนตามระบบนิเวศวิทยา

เมนูหลักของการวิเคราะห์เป็นขั้นตอนการทำงานที่ต้องดำเนินการก่อนขั้นตอนอื่น

**5. การทำงานใน mode การแสดงผลข้อมูล** เป็นการทำงานในขั้นตอนการแสดงผลการวิเคราะห์จากการคำนวณปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทน โดยแสดงผลเป็นรายภาคและทั้งประเทศ ตามระบบ IPCC และตามระบบนิเวศ ดั่งภาพที่ 18 ในเมนูหลัก ซึ่งประกอบด้วย 4 เมนูย่อย คือ สรุปปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนรายภาค ตามระบบ IPCC, สรุปปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนรายภาค ตามระบบนิเวศวิทยา, สรุปปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนทั้งประเทศ ตามระบบ IPCC, และสรุปปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนทั้งประเทศ ตามระบบนิเวศวิทยา มีรายละเอียดการทำงานดังนี้

สรุปปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวตามระบบ IPCC ดั่งภาพที่ 19 แล้วให้ผู้ใช้เลือกภาคที่จะแสดงผล ดั่งภาพที่ 20 ตารางที่แสดงผลจะประกอบด้วย ประเภทที่ใช้ค่า Base ค่าเดียว และใช้ค่า Base ทั้ง 7 ค่า ดังรายละเอียดที่กล่าวมาแล้ว ผลที่แสดงคือปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวของภาคกลางในฤดูฝนและในฤดูแล้งดั่งภาพที่ 21 ถึง 24 เมื่อแล้วเสร็จให้เลือกภาคอื่น ถ้าหากจะดูรายละเอียดทั้งประเทศให้คลิกที่เมนูสรุปทั้งประเทศดั่งภาพที่ 25 ถึง 27 แล้วยืนยันกับระบบเมื่อแล้วเสร็จ คลิกที่ปุ่ม Exit เพื่อออกจากเมนู

สรุปปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวตามระบบนิเวศ มีรายละเอียดวิธีการใช้เช่นเดียวกับสรุปปริมาณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวตามระบบ IPCC

**6. การทำงานใน mode การสอบถามข้อมูล** ใช้ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการสอบถามข้อมูลที่ทราบขอบเขตและตำแหน่งของข้อมูล แต่ไม่ทราบรายละเอียดของข้อมูล ดั่งภาพที่ 28 มีรายละเอียดดังนี้

6.1 สอบถามข้อมูลดิน ให้เลือกที่ปุ่มดังภาพที่ 28 แล้วให้เลือกไฟล์ข้อมูลดินในภาคที่ต้องการสอบถามทางด้านซ้ายมือ เสร็จแล้วให้ใช้ mouse เลือกไปที่พื้นที่ที่ต้องการสอบถาม หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าจอดังภาพที่ 19 ซึ่งแสดงรายละเอียดดินที่เกี่ยวข้องกับลักษณะพื้น, ภูมิประเทศ, เนื้อดิน, ระบบความชื้นดิน, ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และปฏิกิริยาดิน ณ ตำแหน่งที่ต้องการสอบถาม เมื่อเสร็จแล้วให้คลิกที่เครื่องหมายกากบาทด้านขวาบน

6.2 สอบถามข้อมูลพื้นที่ชลประทาน ให้เลือกที่ปุ่มที่ 2 ดังภาพที่ 30 แล้วให้เลือกไฟล์ข้อมูลชลประทานในภาคที่ต้องการสอบถามทางด้านซ้ายมือ เสร็จแล้วให้ใช้ mouse เลือกไปที่พื้นที่ชลประทานที่ต้องการสอบถาม รายละเอียดพื้นที่ชลประทาน ชื่อโครงการชลประทานประกอบด้วย หน่วยงานที่รับผิดชอบ พื้นที่ลำนํ้า พื้นที่ปลูกข้าวฤดูฝน (ไร่) พื้นที่ปลูกข้าวฤดูแล้ง (ไร่)

6.3 สอบถามข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่จำแนกตามระบบ IPCC เป็นกรมต่อตารางเมตรต่อฤดูกาลเพาะปลูก ที่ได้จากการคำนวณแล้วใน mode การทำงานการวิเคราะห์ข้อมูล และแสดง Scaling Factor ดังภาพที่ 31

6.4 สอบถามข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่จำแนกตามระบบ IPCC เป็นกรมต่อตารางเมตรต่อฤดูกาลเพาะปลูก ดังภาพที่ 32

6.5 สอบถามข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่จำแนกตามระบบนิเวศวิทยา มีหน่วยเป็นกรมต่อตารางเมตรต่อฤดูกาลเพาะปลูก แต่เพิ่มรายละเอียดคุณสมบัติของนาข้าวที่จำแนกตามระบบนิเวศวิทยา เช่น สภาพพื้นที่ พื้นที่ชลประทาน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ เนื้อดิน ดังภาพที่ 32

6.6 สอบถามข้อมูลการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่จำแนกตามระบบนิเวศวิทยา มีหน่วยเป็นกรมต่อตารางเมตรต่อฤดูกาลเพาะปลูก ดังภาพที่ 33

**7. การทำงานใน mode การสืบค้นข้อมูล** ใช้ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการสืบหาข้อมูลตามที่ต้องการในเมนูหลักนี้มีเมนูย่อย 7 เมนูย่อย คือ การสืบค้นข้อมูลตามสภาพพื้นที่ และสืบค้นข้อมูลอื่น ดังภาพที่ 34 มีรายละเอียดดังนี้

7.1 สืบค้นตามลักษณะพื้นที่ เป็นการสืบค้นข้อมูลดินตาม สภาพของพื้นที่หรือตามลักษณะของ Landform ดังภาพที่ 34 วิธีการทำงานคือเลือกเมนูย่อยสืบค้นตามลักษณะพื้นที่ แล้วเลือกภาคดังภาพที่ 35 แล้วจึงตอบ OK หลังจากนั้นระบบจะแสดงรายการให้เลือกดังภาพที่ 36 ให้ผู้ใช้เลือกรายการแล้วตอบ OK ระบบจะสืบค้นและแสดงผลพื้นที่เป็นสีเหลืองในหน้าจอ และนั่นคือขอบเขตและตำแหน่งของพื้นที่ที่ผู้ใช้งานต้องการสืบค้นข้อมูล

7.2 สืบค้นตามลักษณะภูมิประเทศ เป็นการสืบค้นข้อมูลดินตามลักษณะภูมิประเทศ ดังภาพที่ 38 และ 39

7.3 สืบค้นตามลักษณะเนื้อดิน เป็นการสืบค้นข้อมูลดินตามประเภทของเนื้อดิน

7.4 สืบค้นตามปริมาณอินทรีย์วัตถุ เป็นการสืบค้นข้อมูลดินตามประเภทของเนื้อดิน ดังภาพที่ 40 และ 41

7.5 สืบค้นตามปฏิกิริยาดิน เป็นการสืบค้นข้อมูลดินตามคุณสมบัติทางด้านปฏิกิริยาดิน  
ดังภาพที่ 42

7.6 สืบค้นนาข้าวในฤดูฝน เป็นการสืบค้นข้อมูลนาข้าวที่จำแนกตามระบบ IPCC ดัง  
ภาพที่ 43 และ 44

7.7 สืบค้นนาข้าวในฤดูแล้ง เป็นการสืบค้นข้อมูลนาข้าวที่จำแนกตามระบบ IPCC ดัง  
ภาพที่ 45 ถึง 47

## **8. การศึกษาระดับความรุนแรงของการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากนาข้าว**

ในโปรแกรมนี้ออกแบบใช้สำหรับกำหนดโซนของระดับความรุนแรง ของการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากนาข้าว ในการกำหนดระดับของการปลดปล่อยฯ ในปัจจุบันยังไม่มีมาตรฐานของความรุนแรง ดังนั้นในโปรแกรมนี้จึงได้ออกแบบมาให้ผู้ใช้กำหนดช่วงค่าความรุนแรงเอง เช่น ระดับน้อยมาก หรือระดับอื่นๆ ควรจะอยู่ช่วงค่าเท่าไร (มิลิกรัมต่อตารางเมตร) และป้อนข้อมูลตามที่โปรแกรมกำหนดไว้ หลังจากโปรแกรมรับค่าจากการป้อนแล้ว จะทำการคำนวณและกำหนดว่าพื้นที่โซนไหนควรจะมีระดับความรุนแรงระดับไหน ในการคำนวณระดับความรุนแรงของการปลดปล่อยจะมีการคำนวณในระดับนาข้าวที่จำแนกแบบระบบ IPCC และมีจำแนกแบบระบบนิเวศวิทยา ทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง ซึ่งทั้ง 2 ระบบ จะมีทั้งแบบที่กำหนดค่า base ค่าเดียว และกำหนดค่า base หลายค่าดังที่ได้กล่าวแล้วดังนั้นผู้ใช้จะต้องคำนวณให้ครบทั้งหมด เมื่อแล้วเสร็จผู้ใช้สามารถเรียกดูข้อมูลสรุปรายภาคและทั้งประเทศได้นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถสืบค้นพื้นที่นาข้าวตามโซนระดับความรุนแรงต่างๆได้ ดังนั้นในการศึกษาระดับความรุนแรงของการปลดปล่อยแก๊สมีเทนจากนาข้าวได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ

8.1 การป้อนค่าระดับการปลดปล่อยในแต่ละช่วง และการคำนวณ ดังในรูปที่ 48 ถึง รูปที่ 56

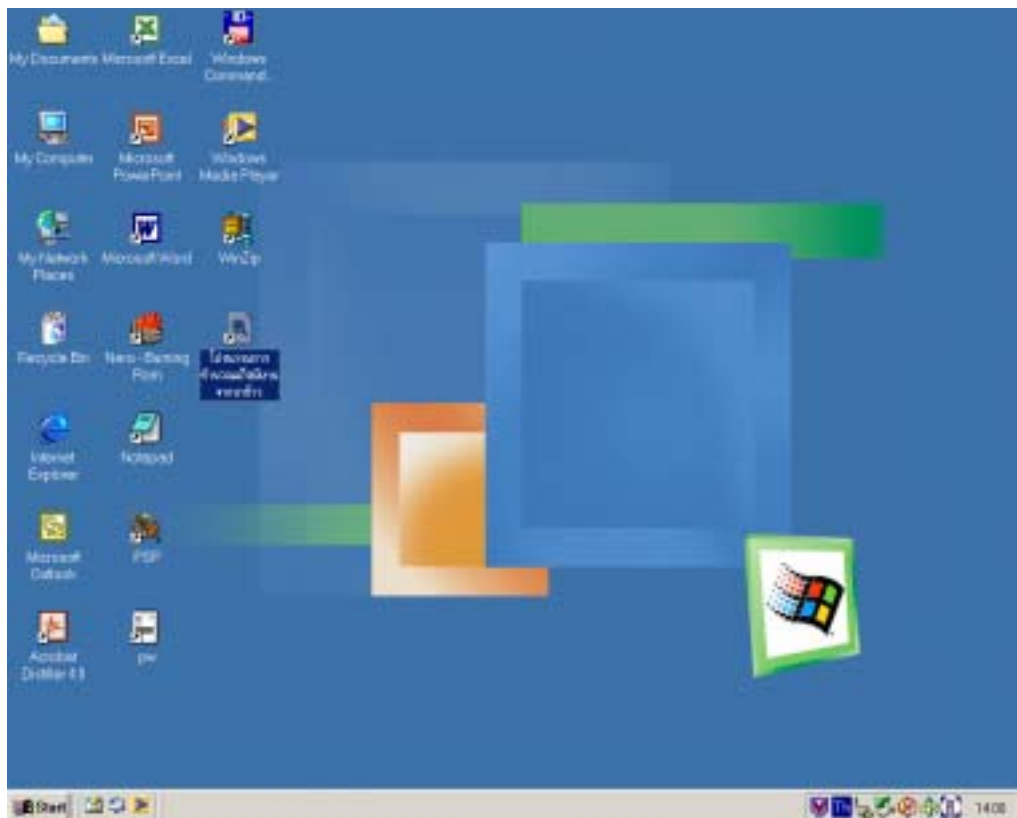
8.2 การเรียกดูข้อมูลสรุปเนื้อที่และสัดส่วนร้อยละของระดับความรุนแรงของการปลดปล่อยแก๊สมีเทนรายภาคและระดับประเทศ ดังในรูปที่ 57 ถึงรูปที่ 63

8.3 การสืบค้นข้อมูลพื้นที่นาข้าวตามระดับความรุนแรงของการปลดปล่อยมีเทนดังในรูปที่ 64 ถึงรูปที่ 68

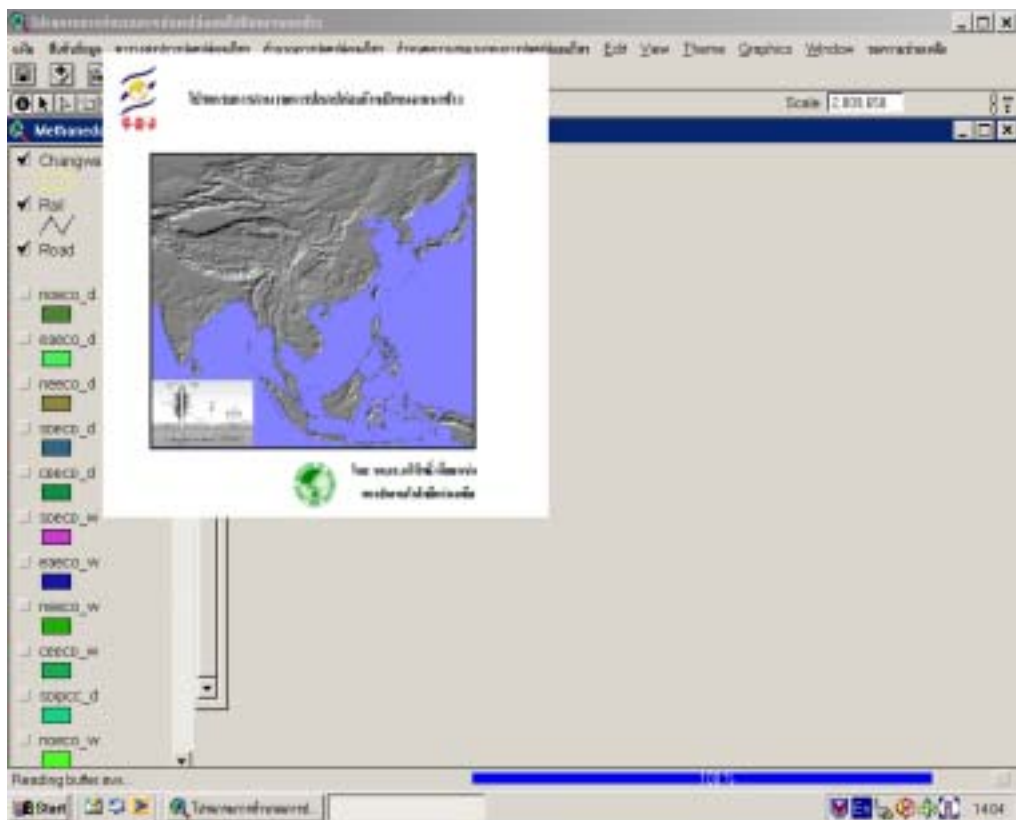
# คู่มือการใช้โปรแกรม

## การคำนวณการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าว

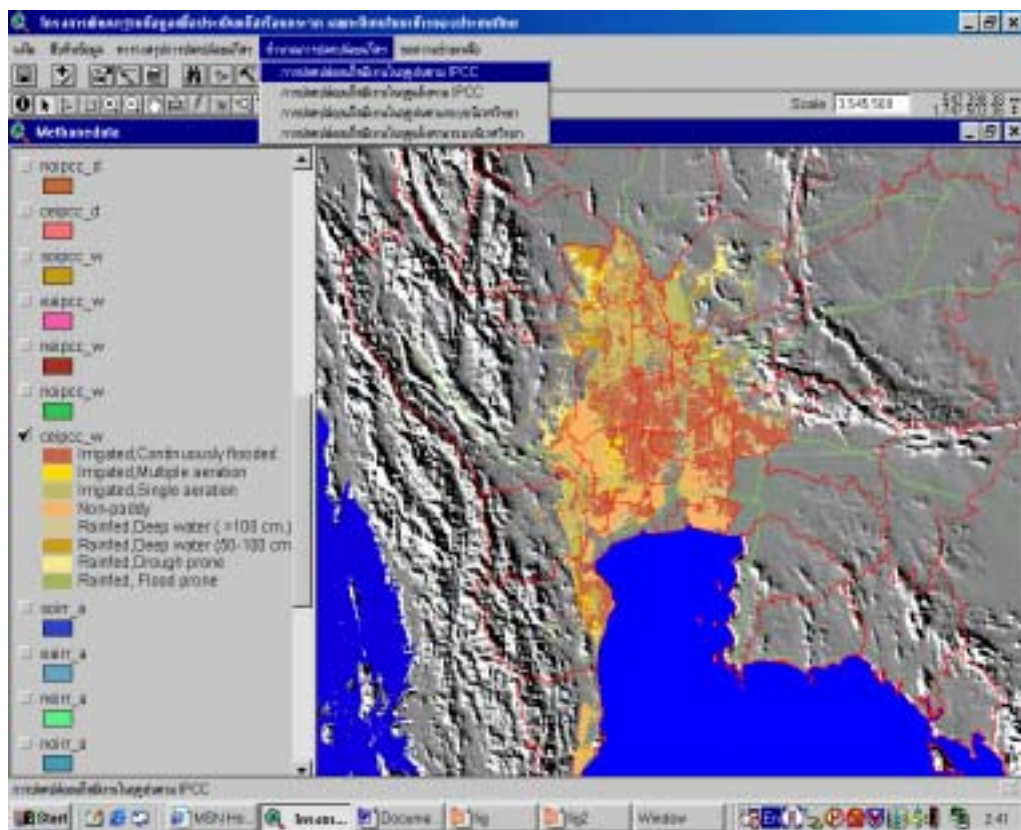
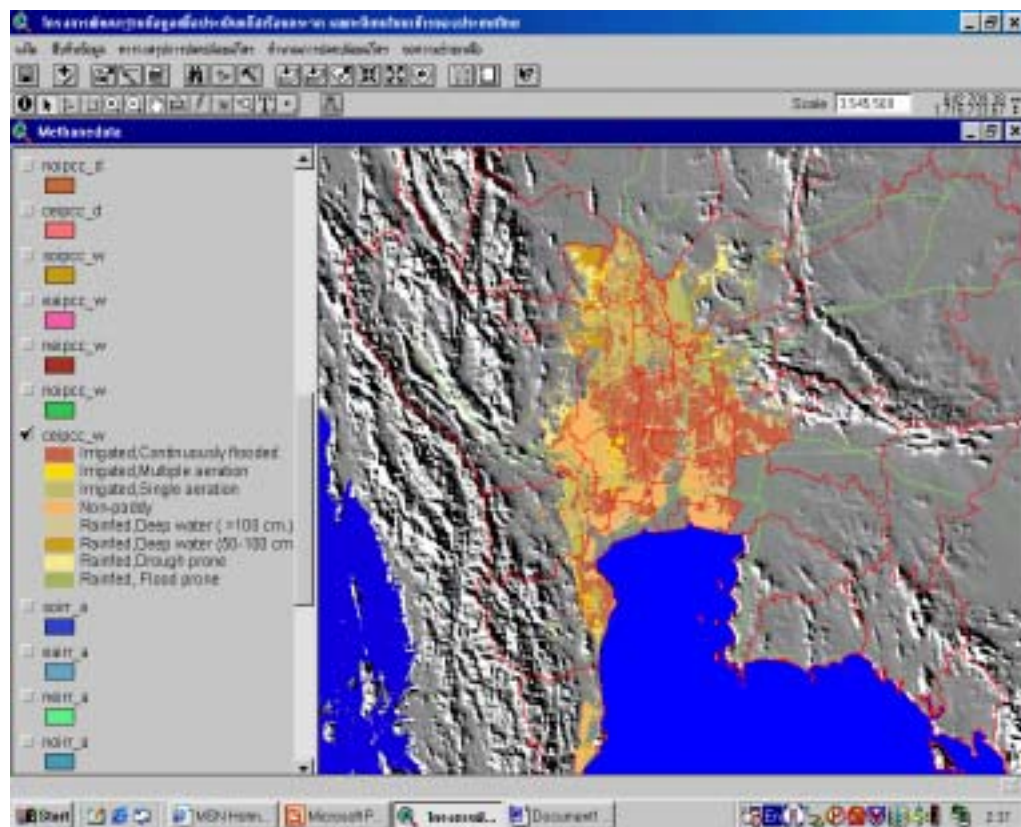


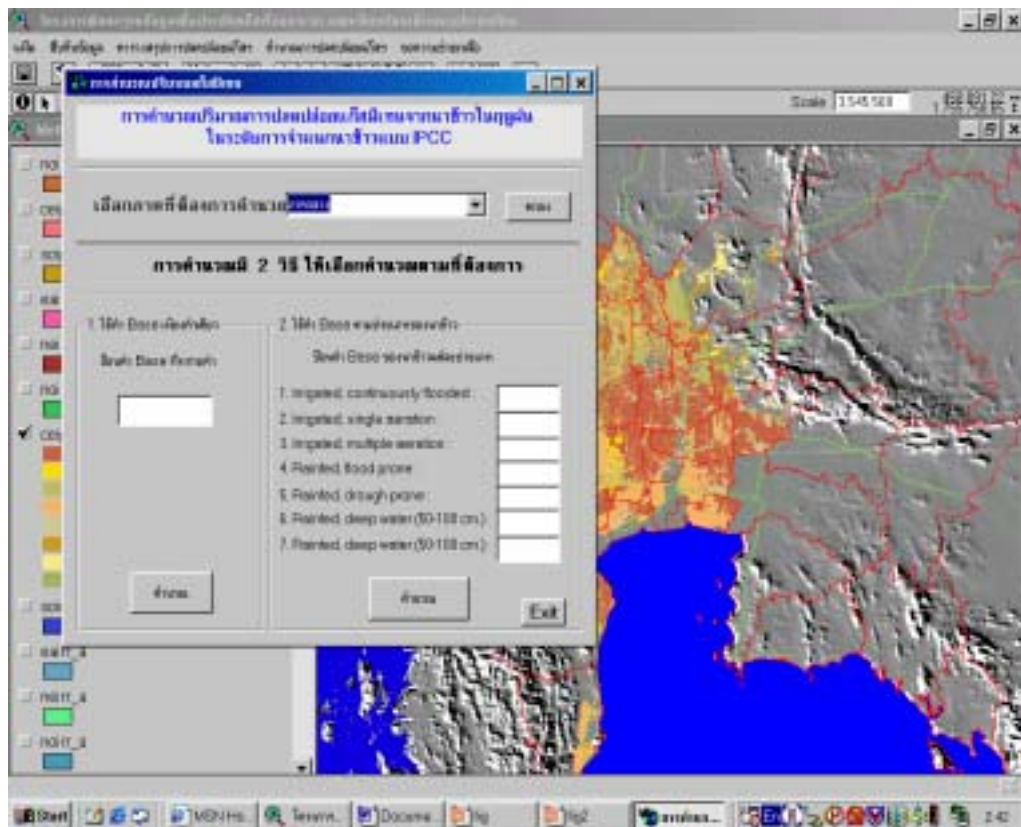


ภาพที่ 1

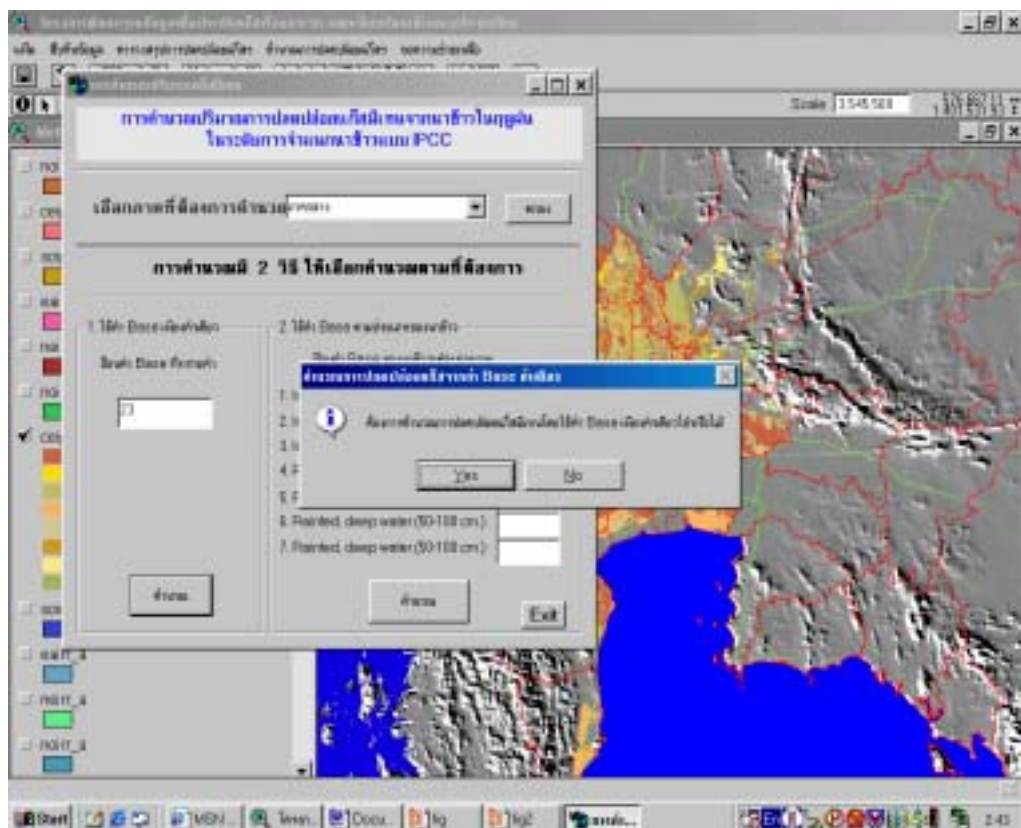


ภาพที่ 2

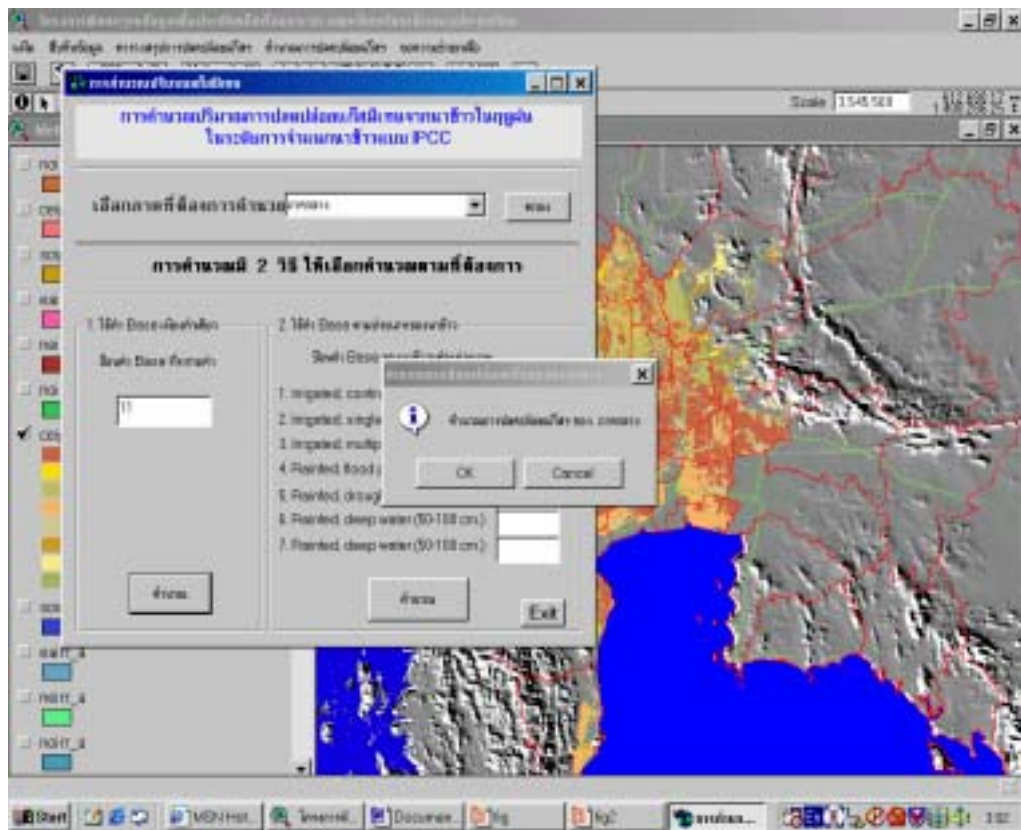




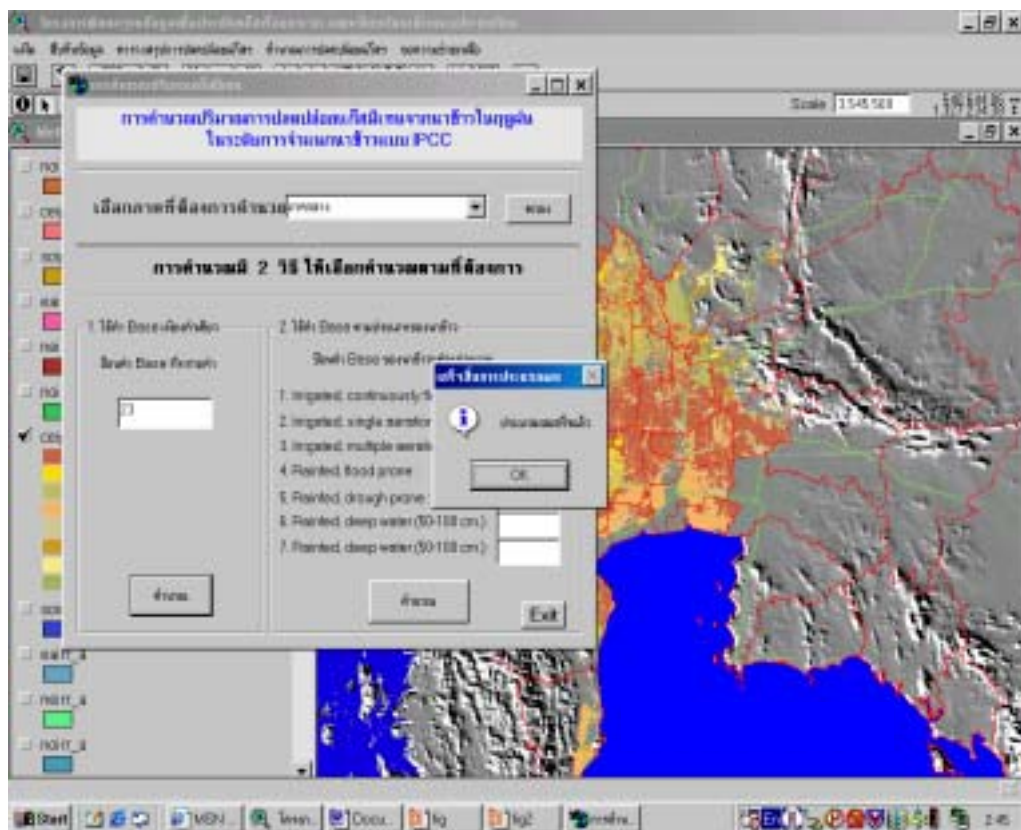
ภาพที่ 5



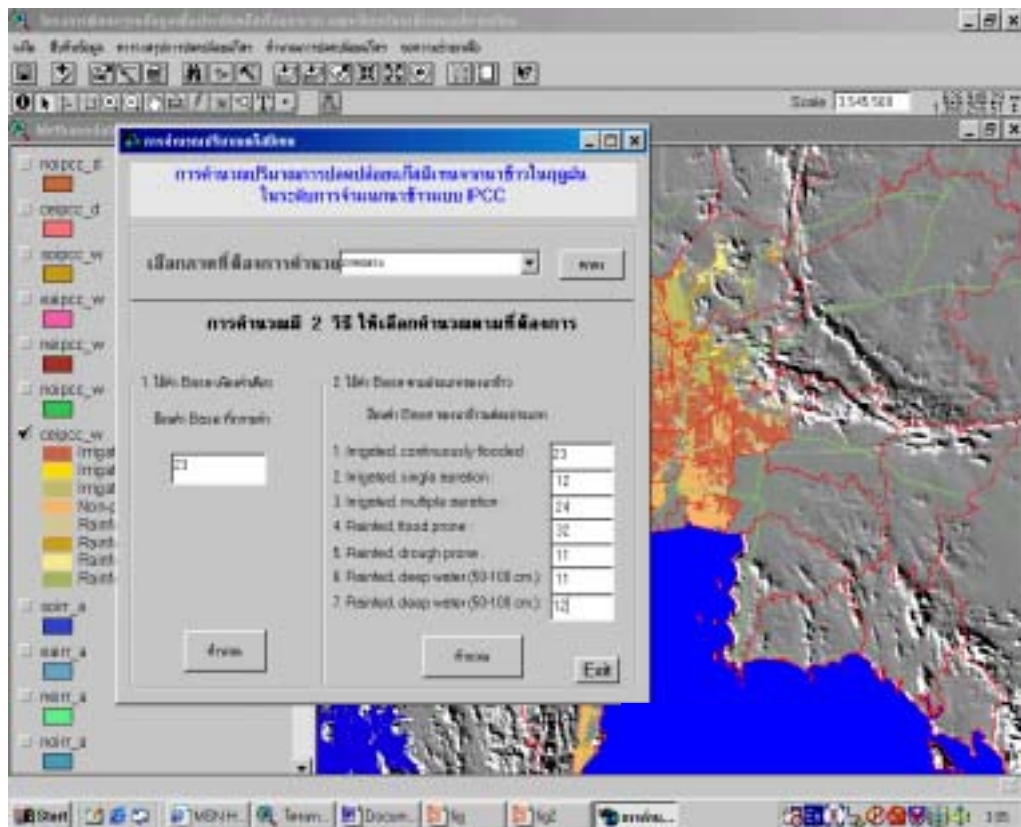
ภาพที่ 6



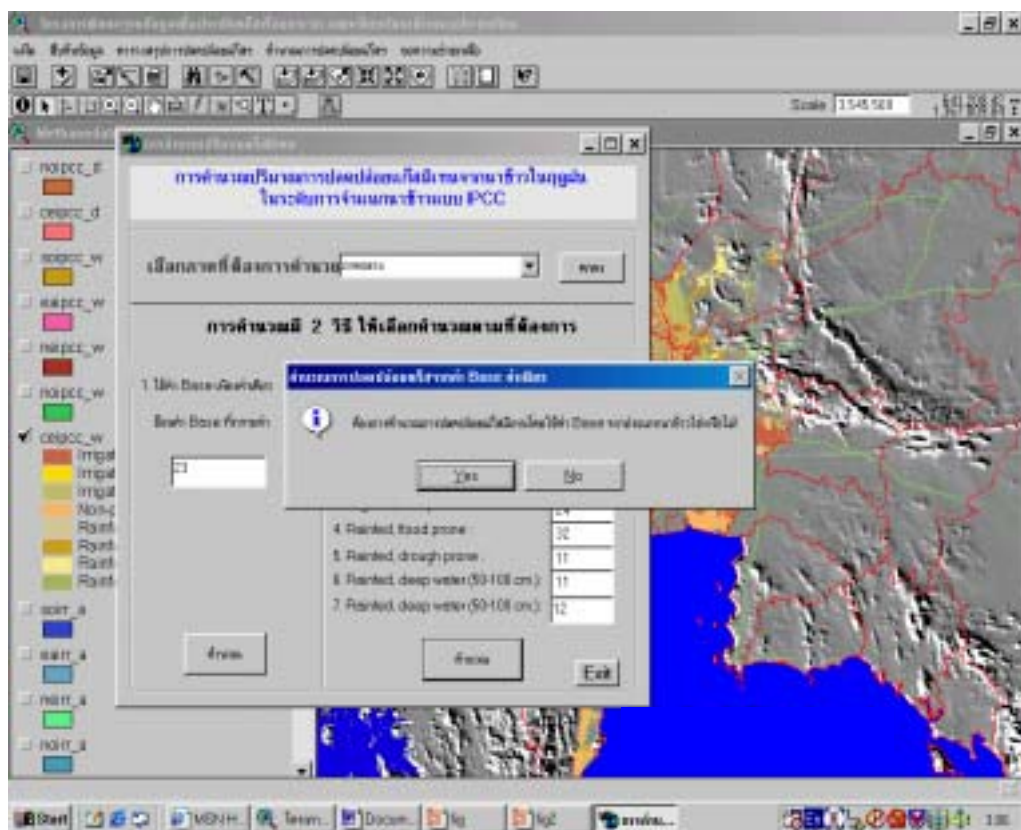
ภาพที่ 7



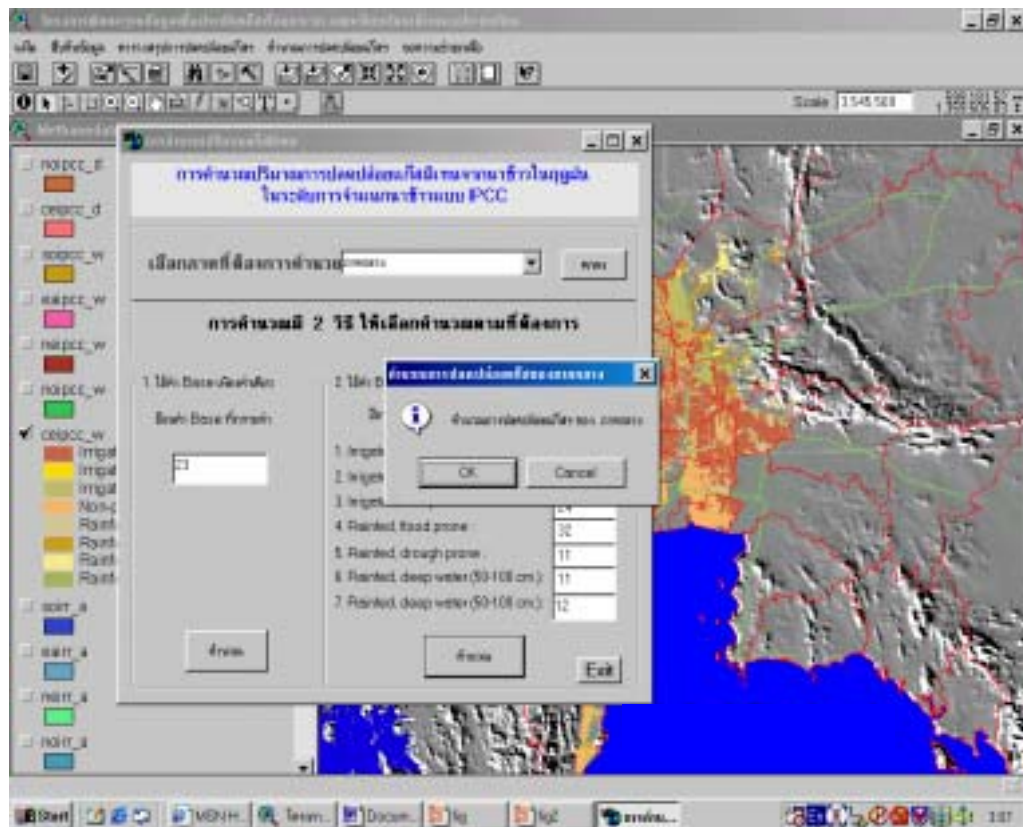
ภาพที่ 8



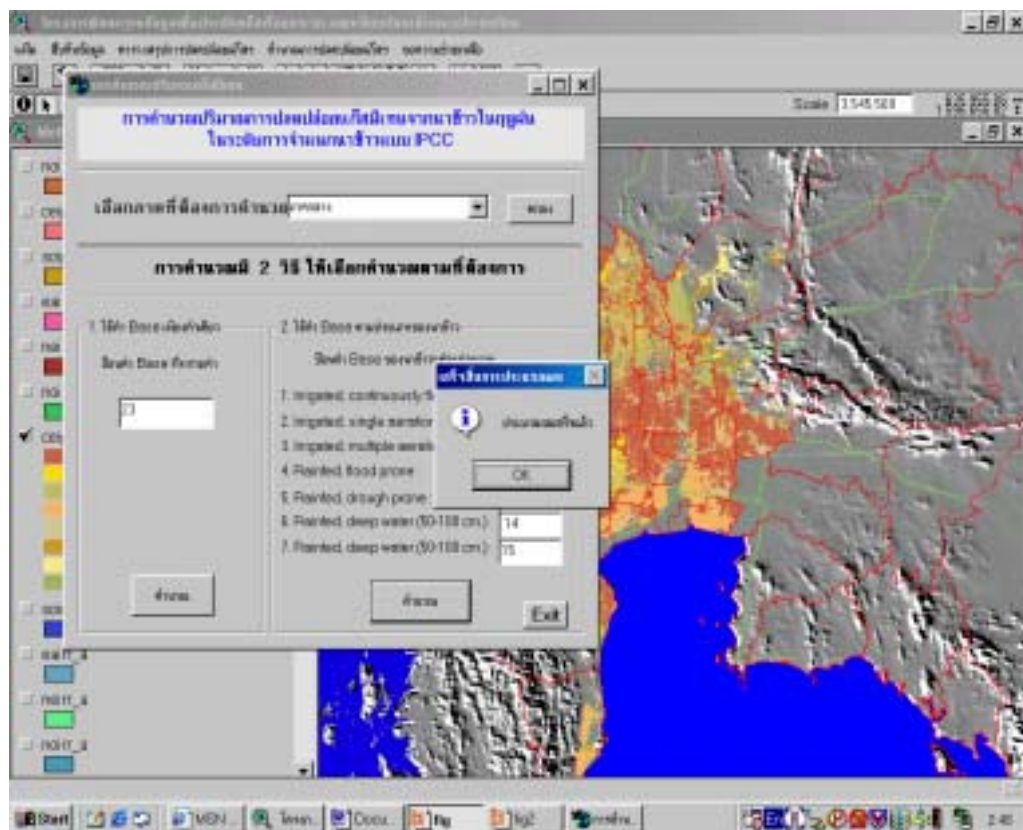
ภาพที่ 9



ภาพที่ 10

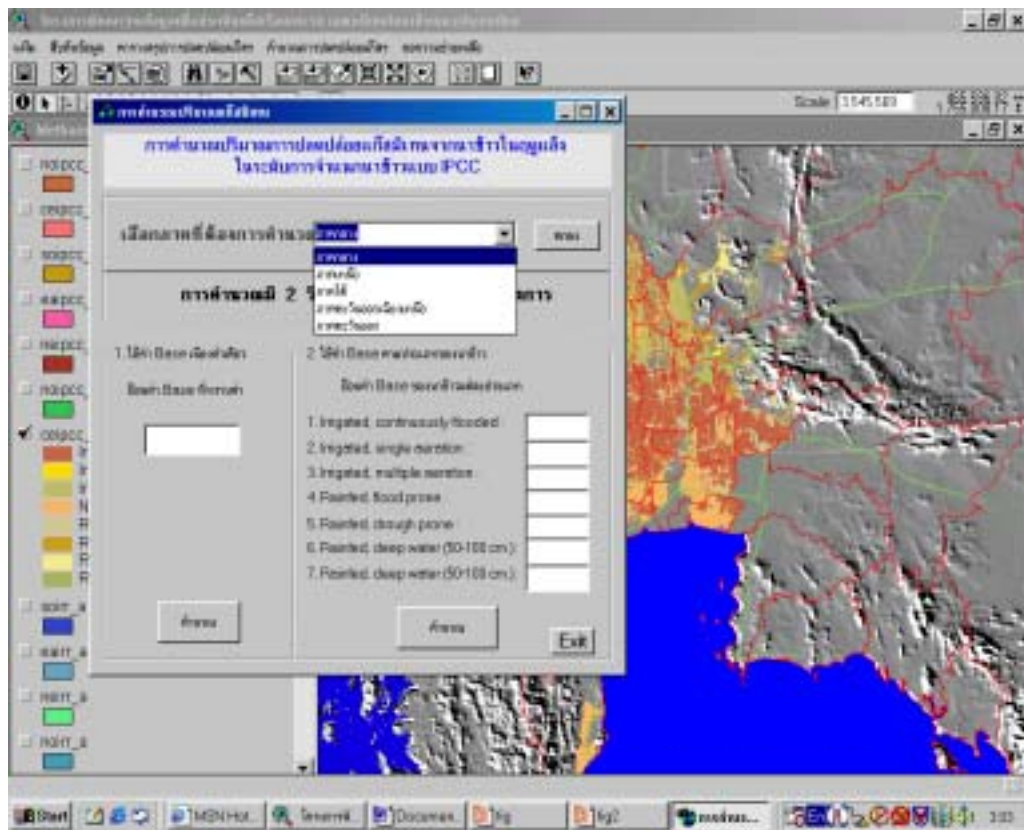


ภาพที่ 11

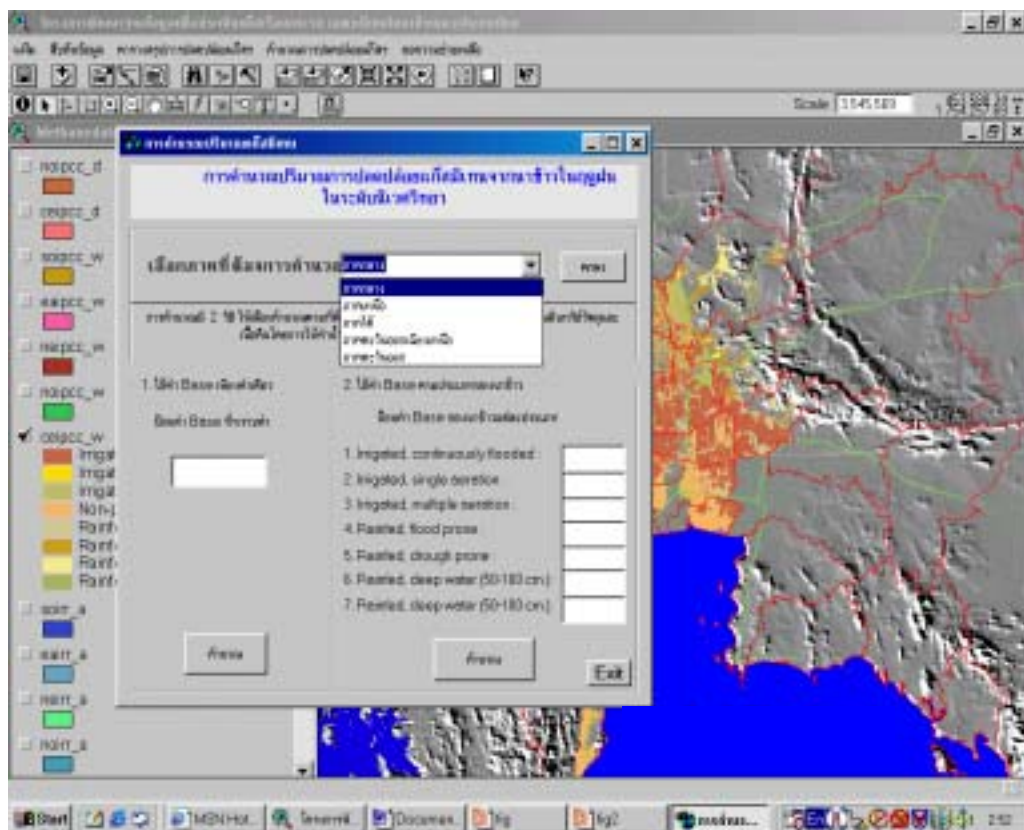


ภาพที่ 12

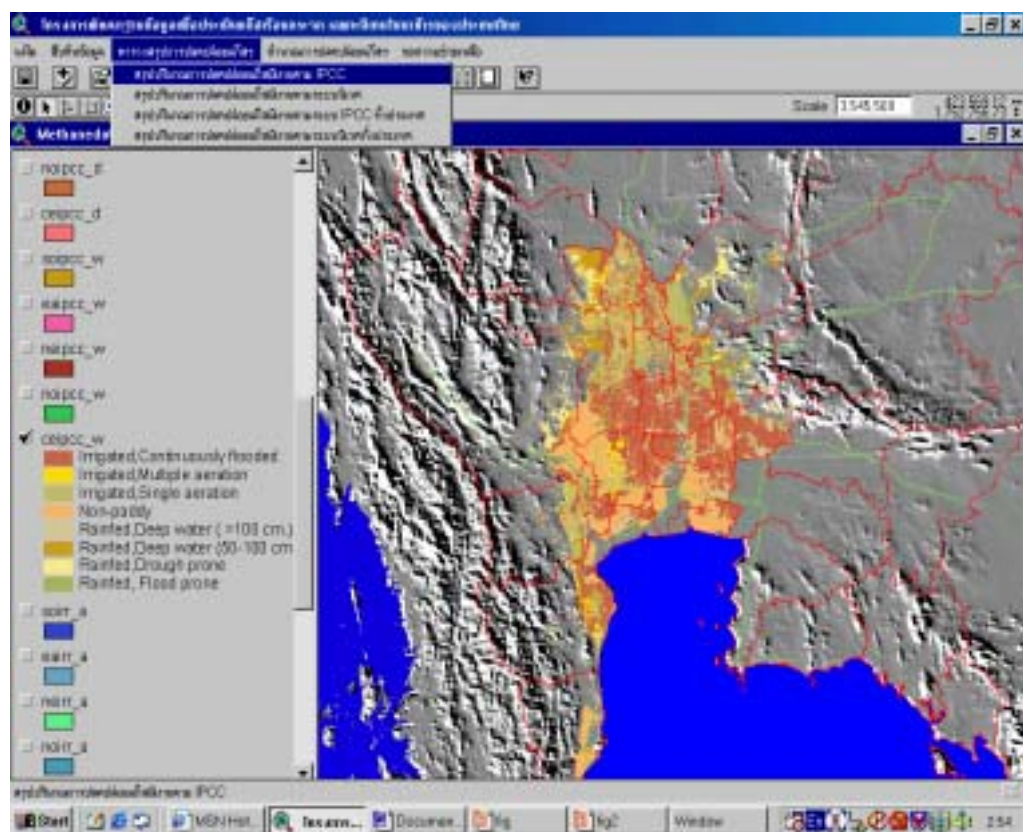
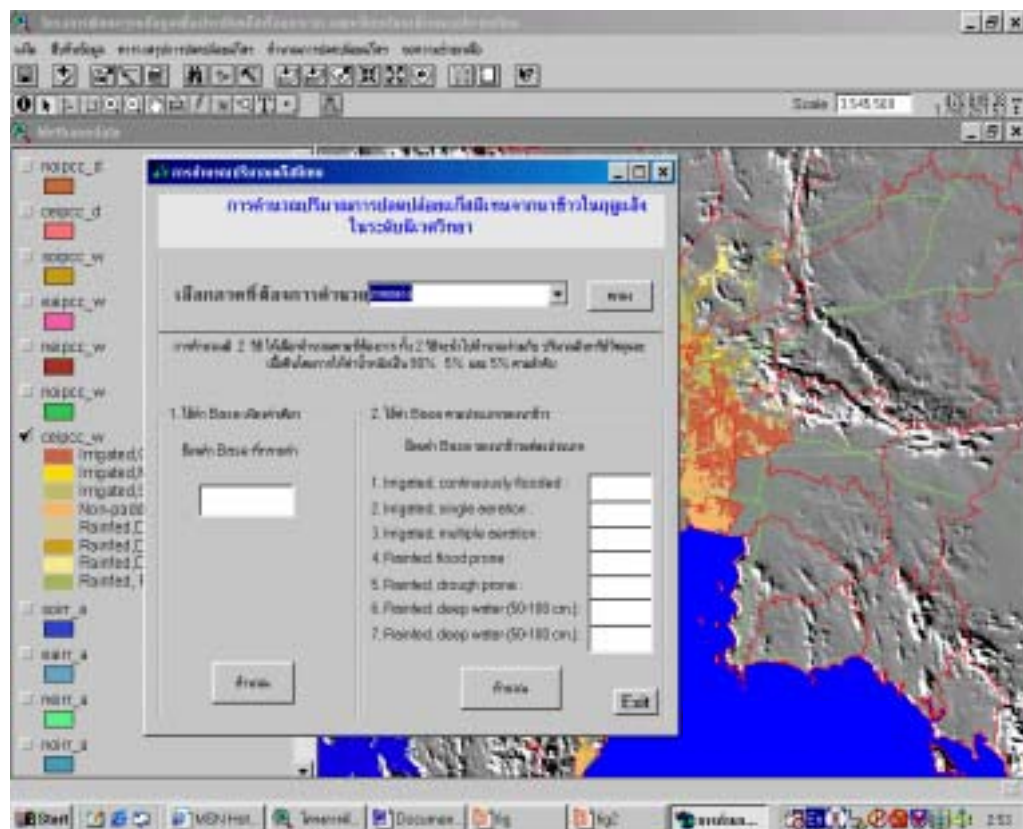


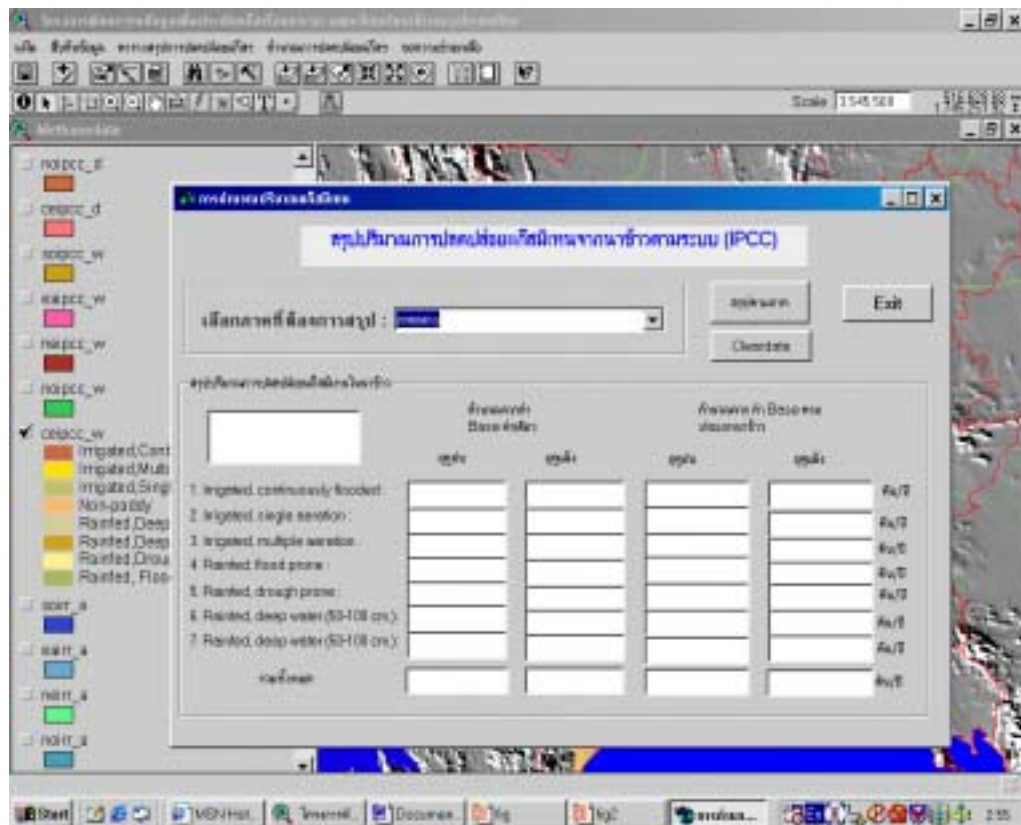


ภาพที่ 15

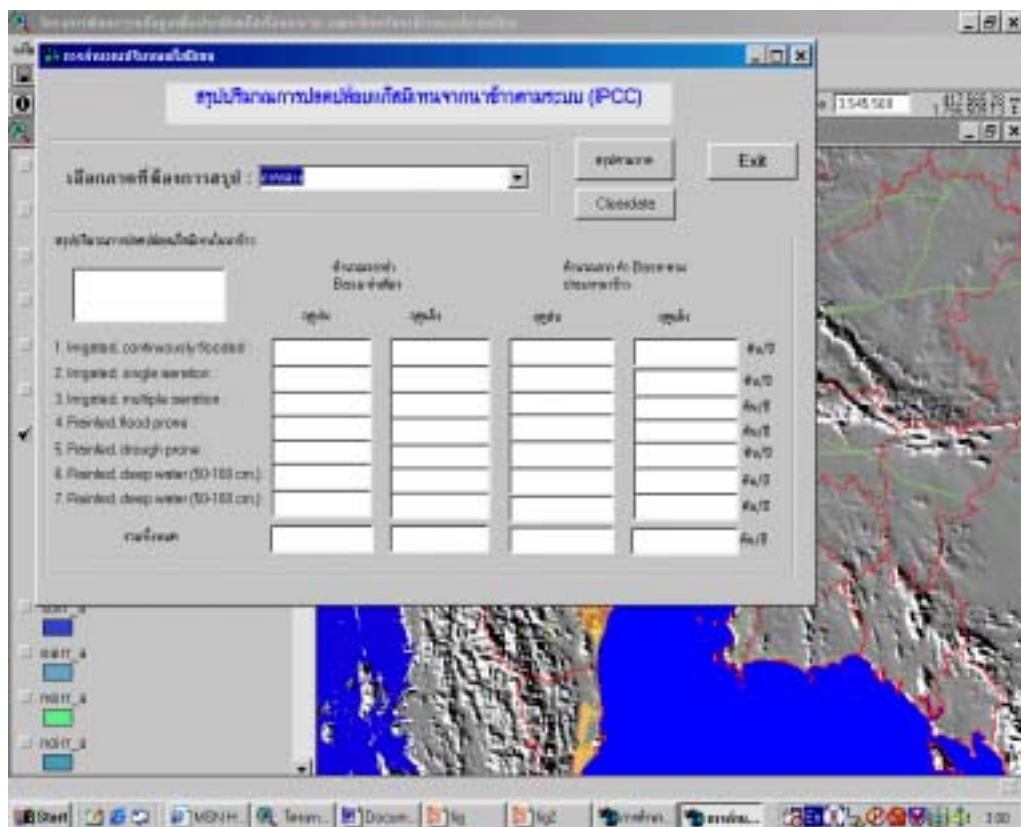


ภาพที่ 16

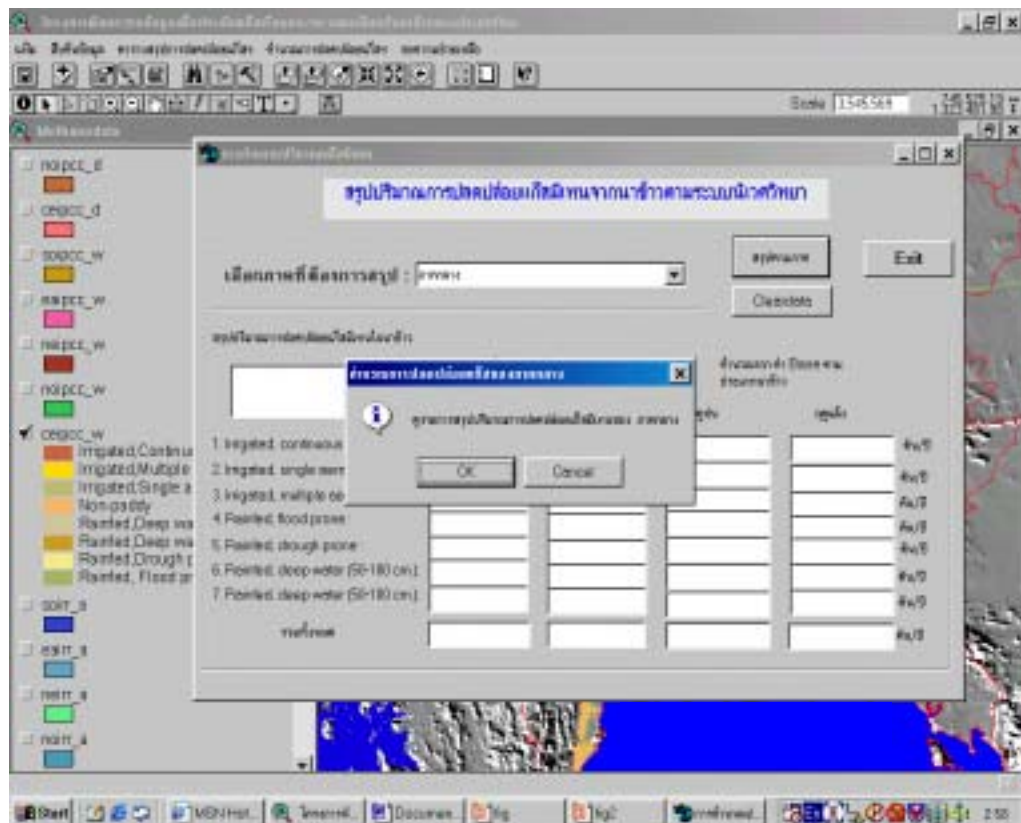




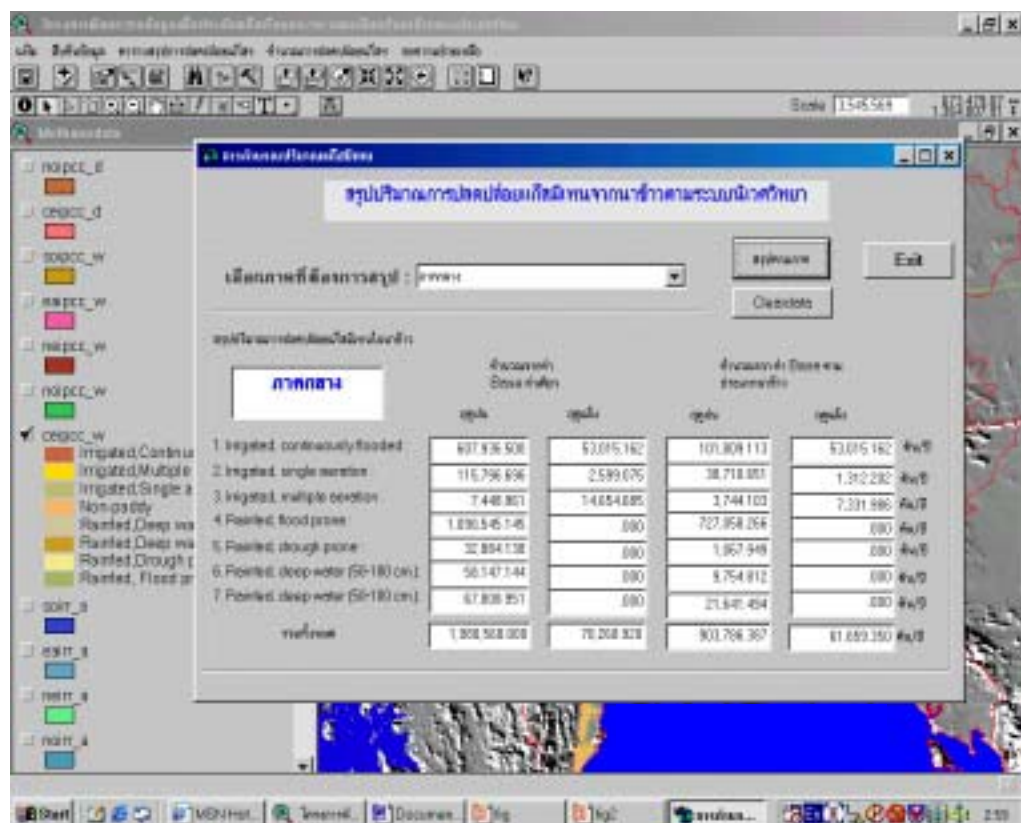
ภาพที่ 19



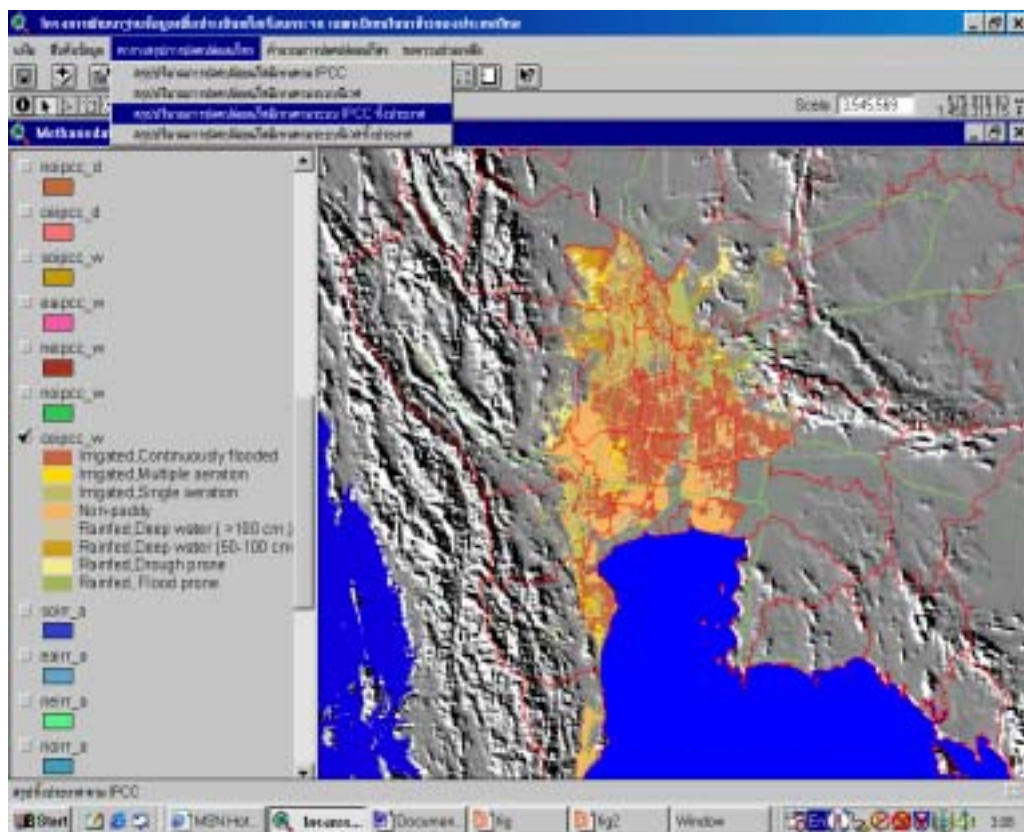




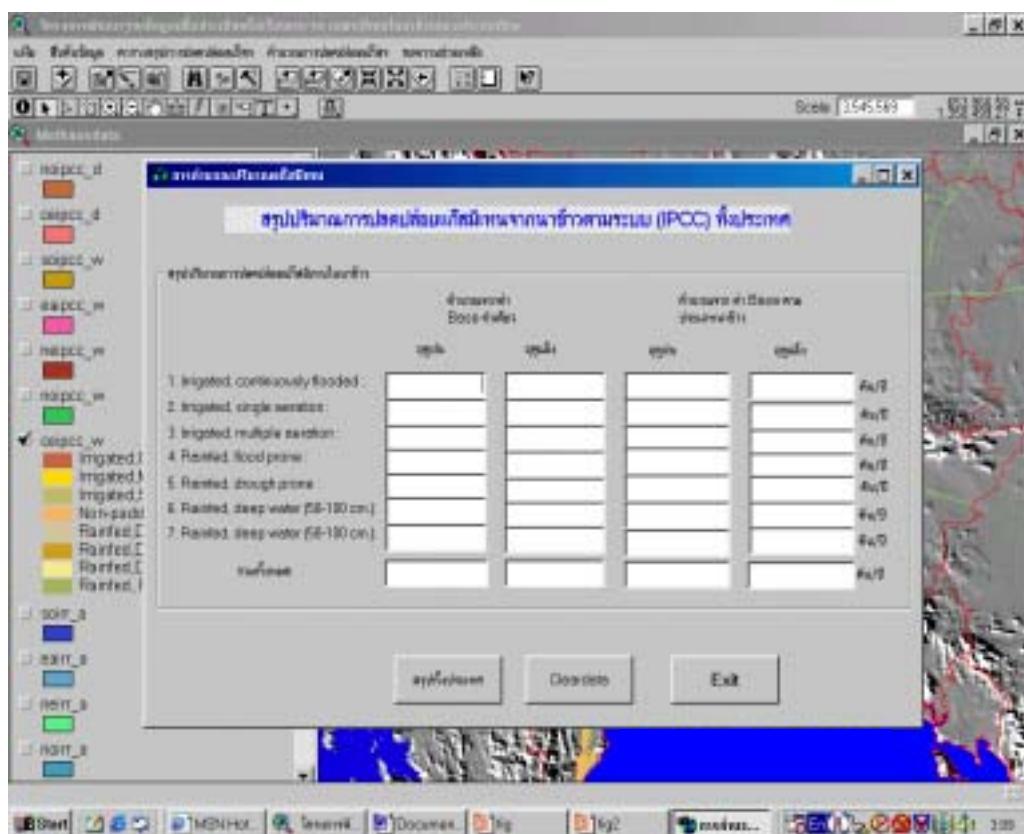
ภาพที่ 23



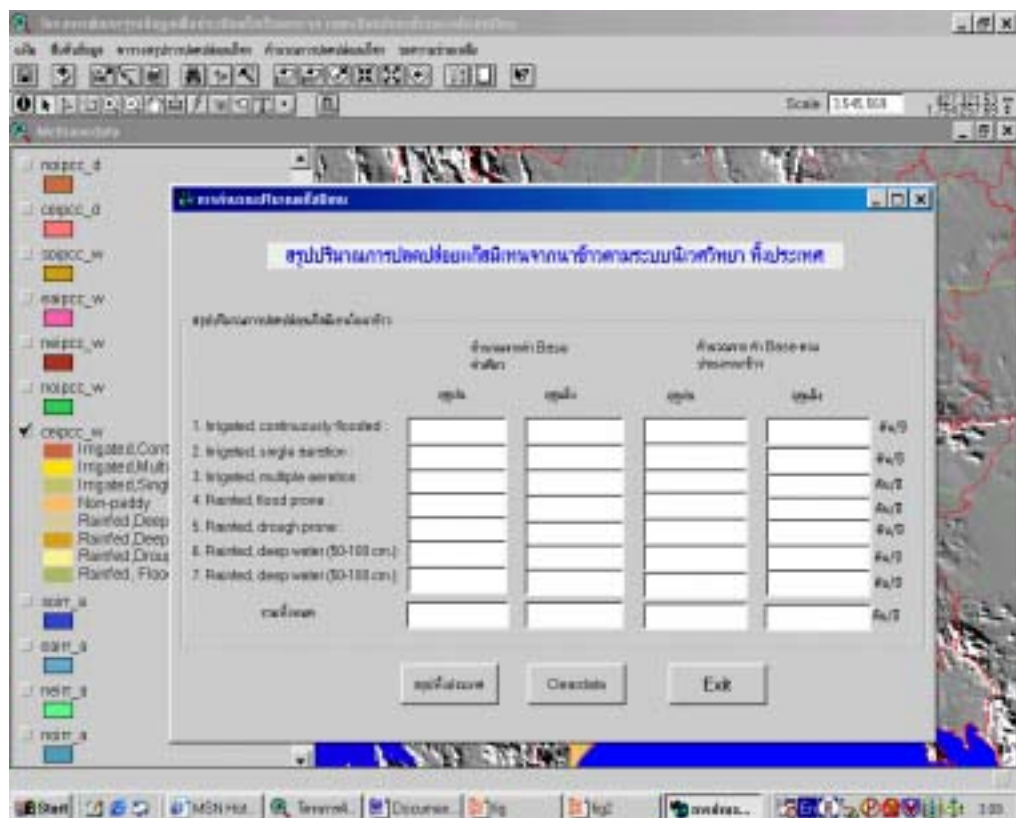
ภาพที่ 24



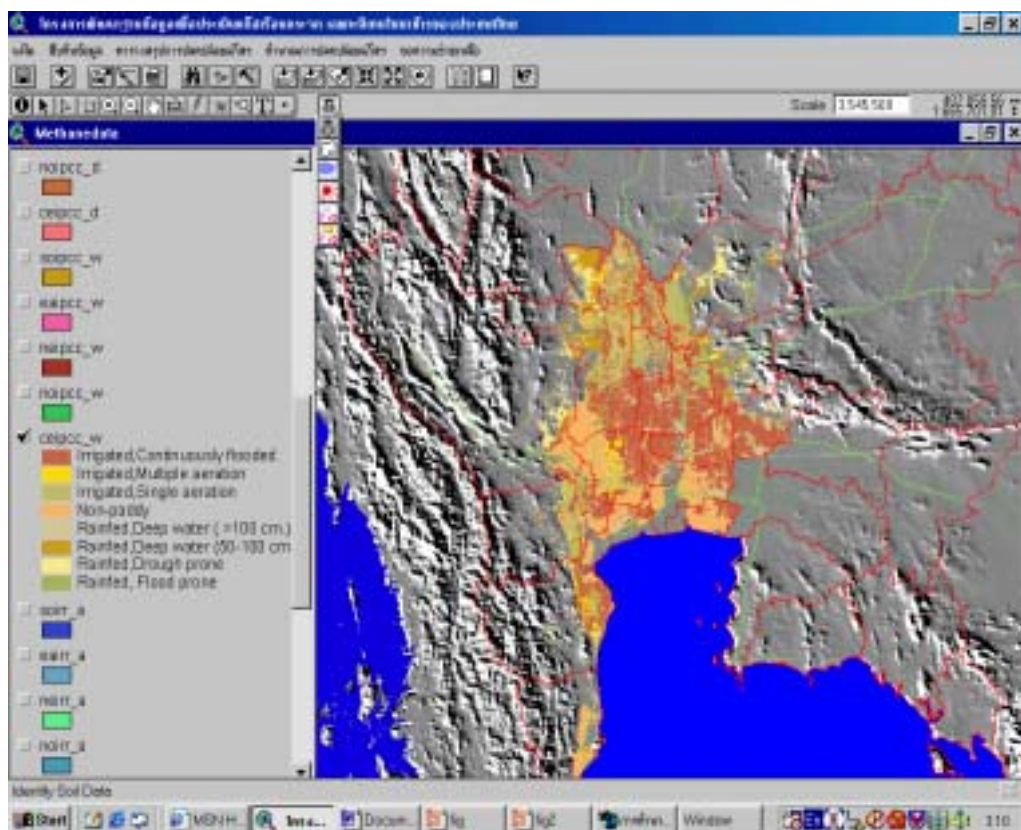
ภาพที่ 25



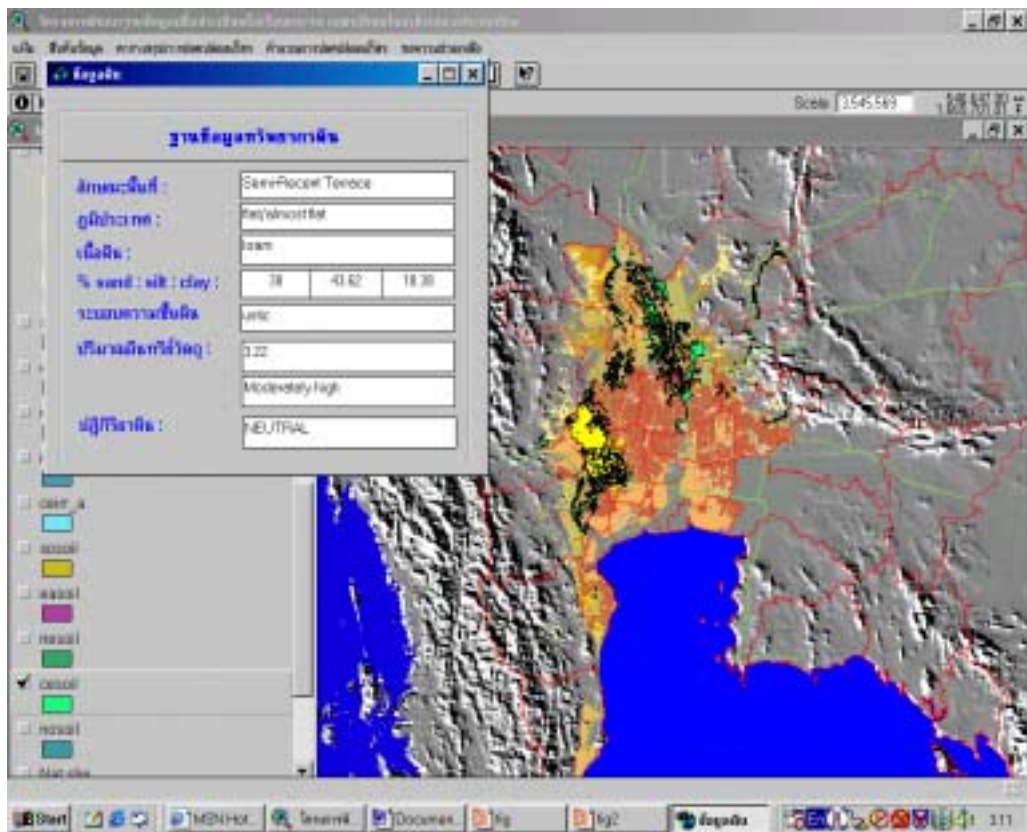
ภาพที่ 26



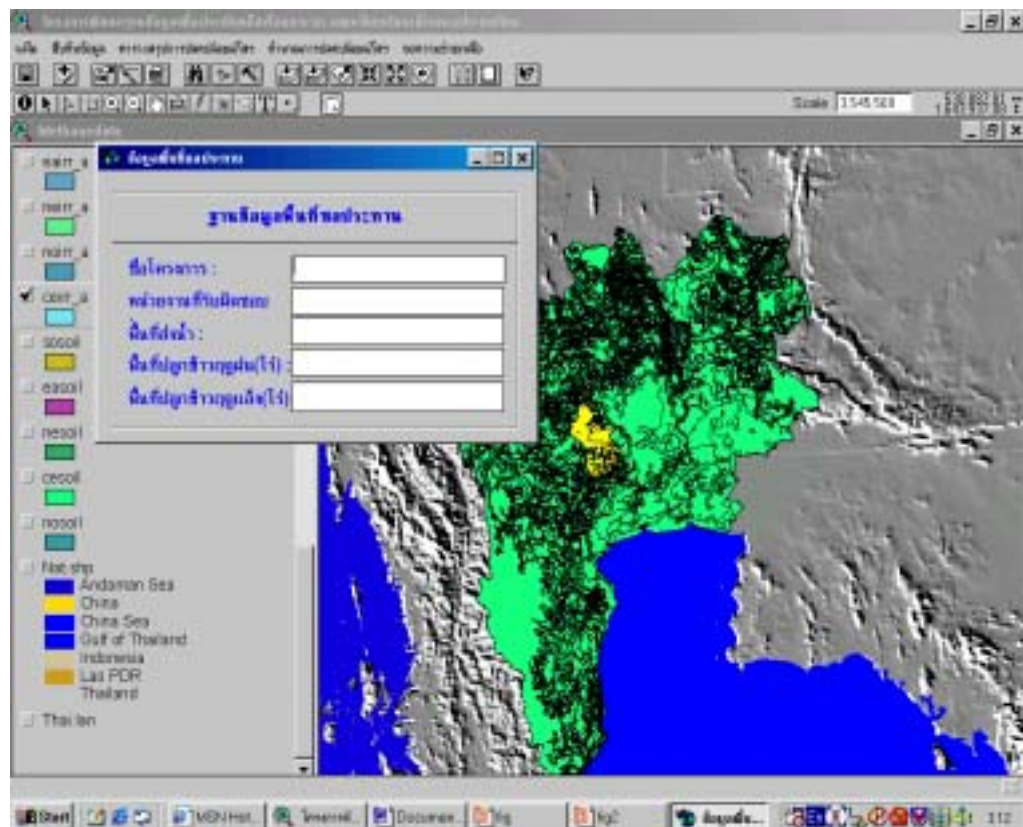
ภาพที่ 27



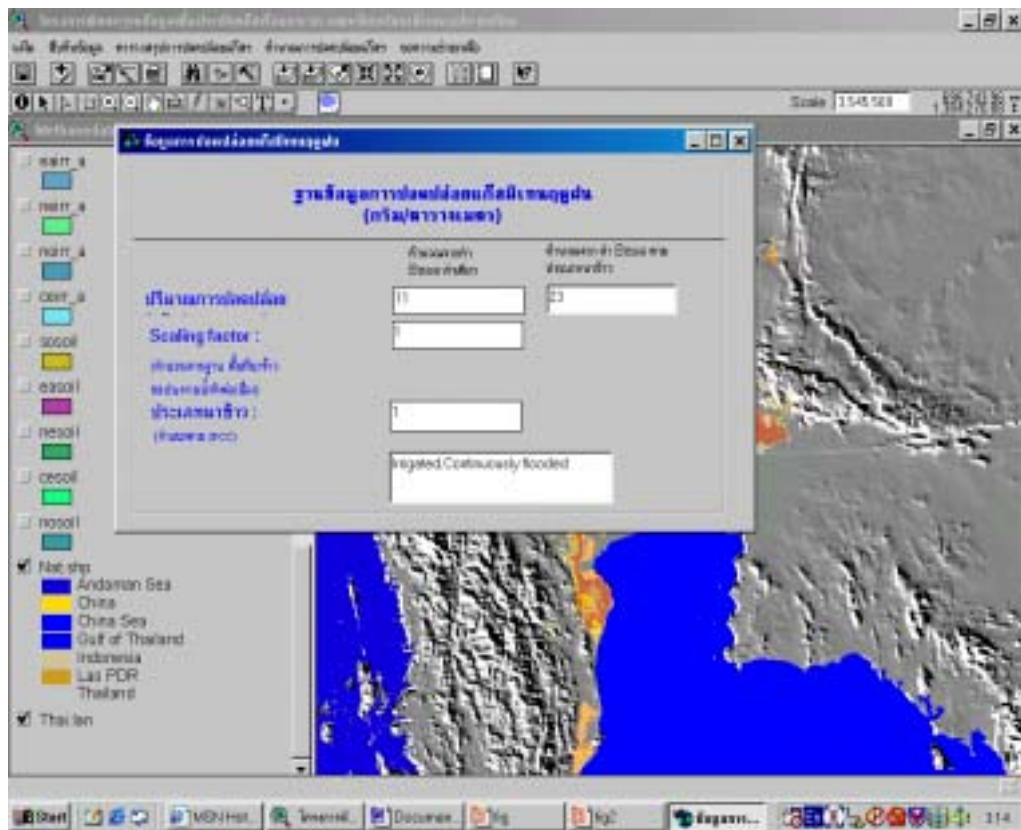
ภาพที่ 28



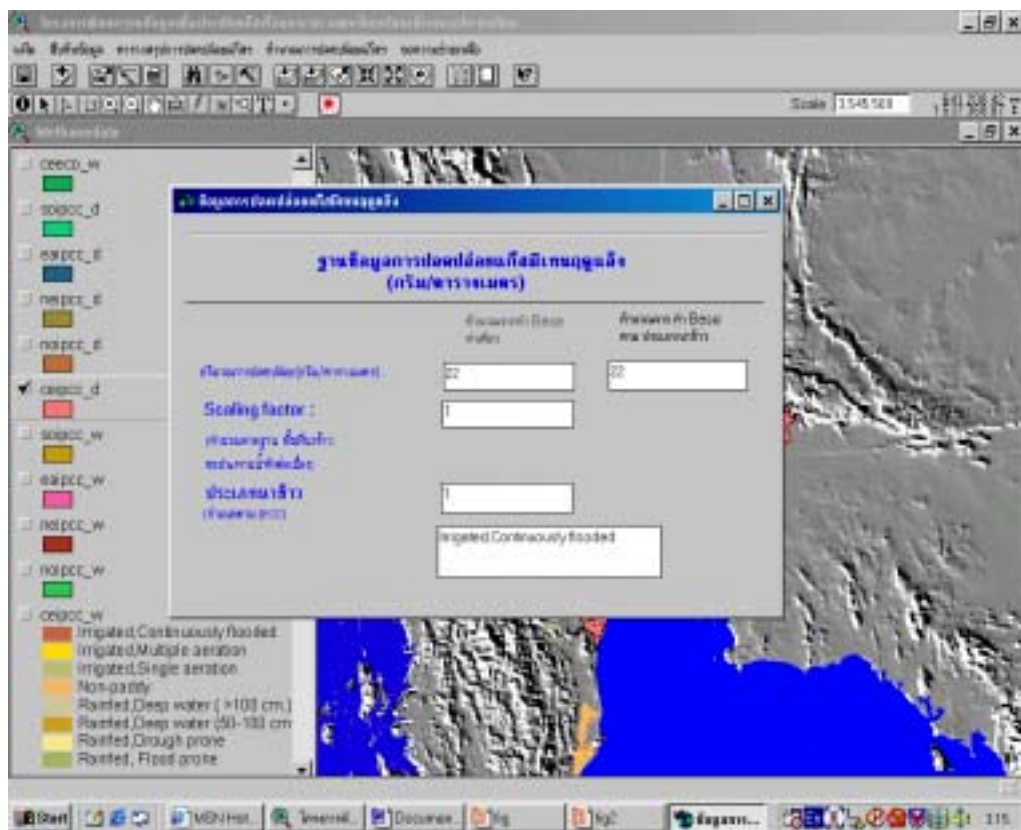
ภาพที่ 29



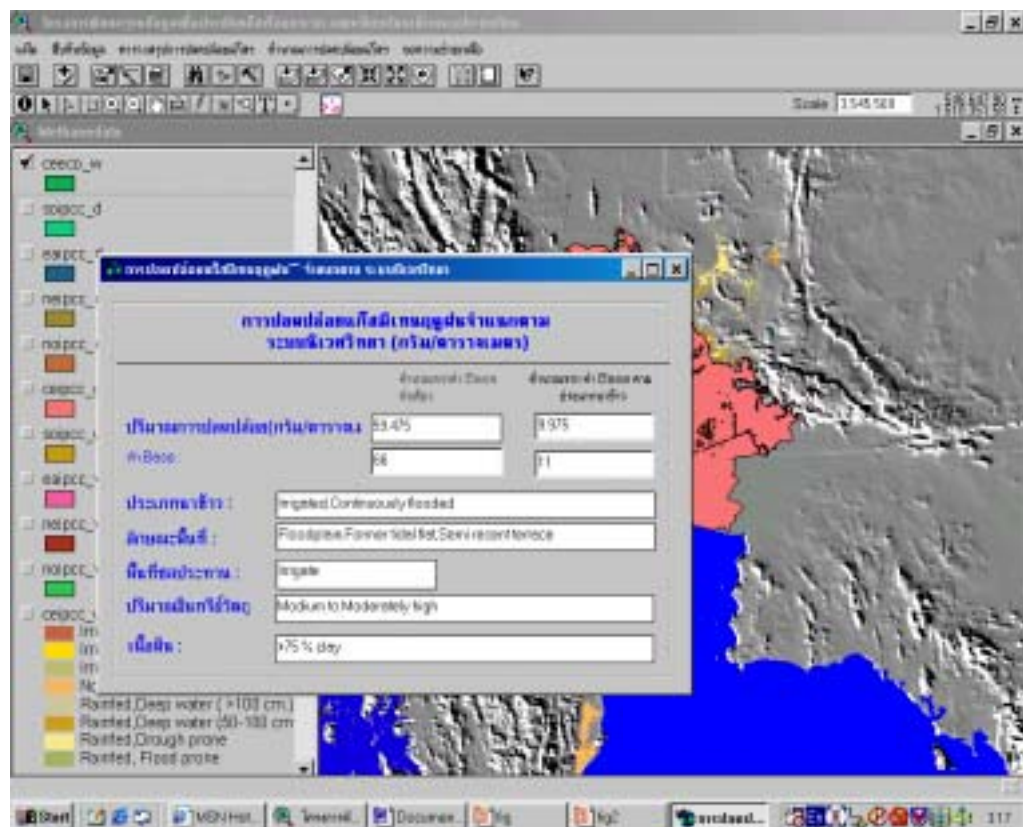
ภาพที่ 30



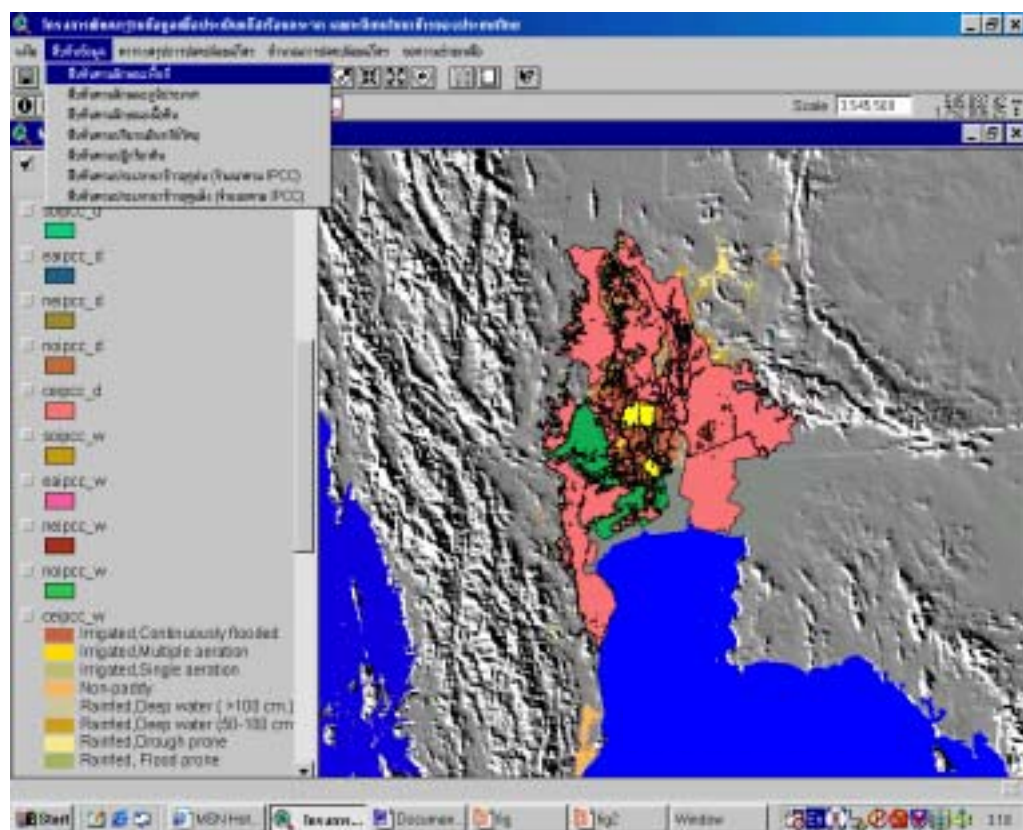
ภาพที่ 31

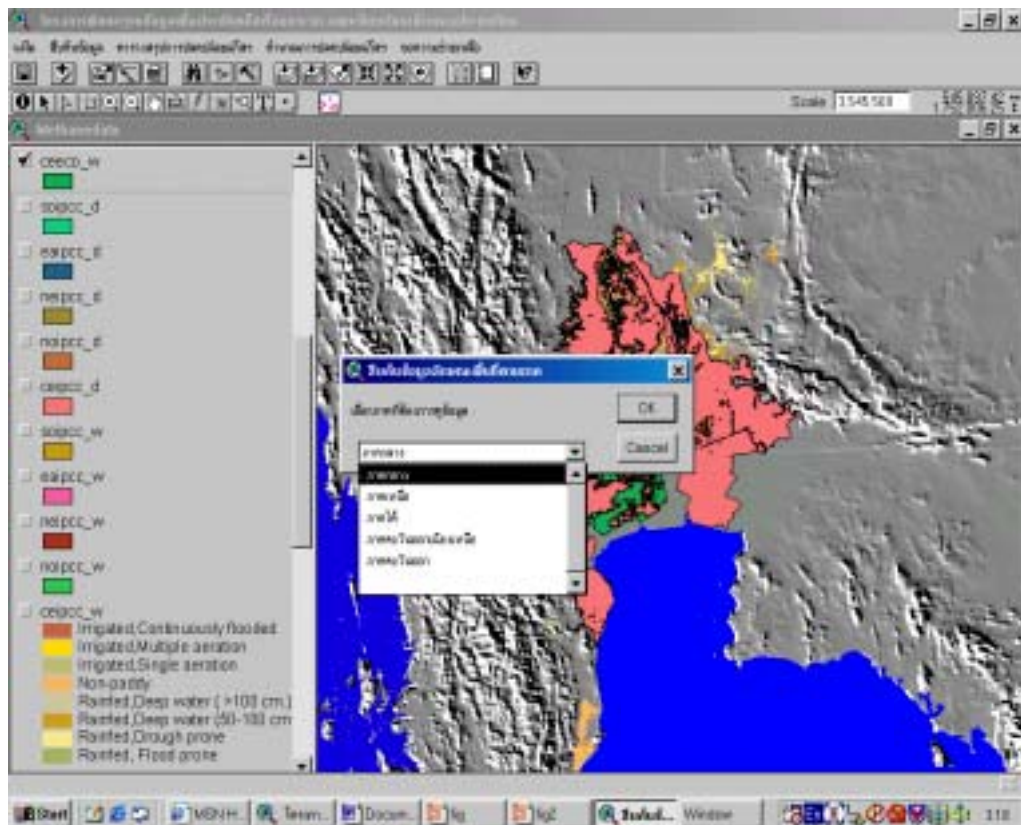


ภาพที่ 32

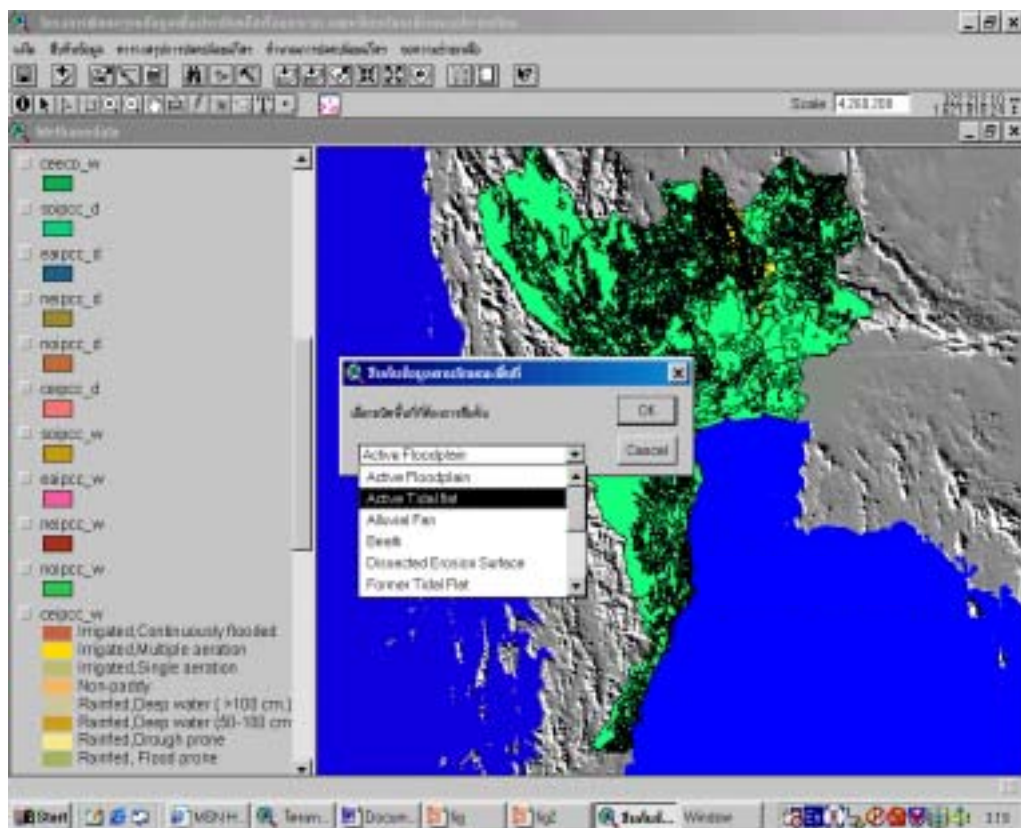


ภาพที่ 33

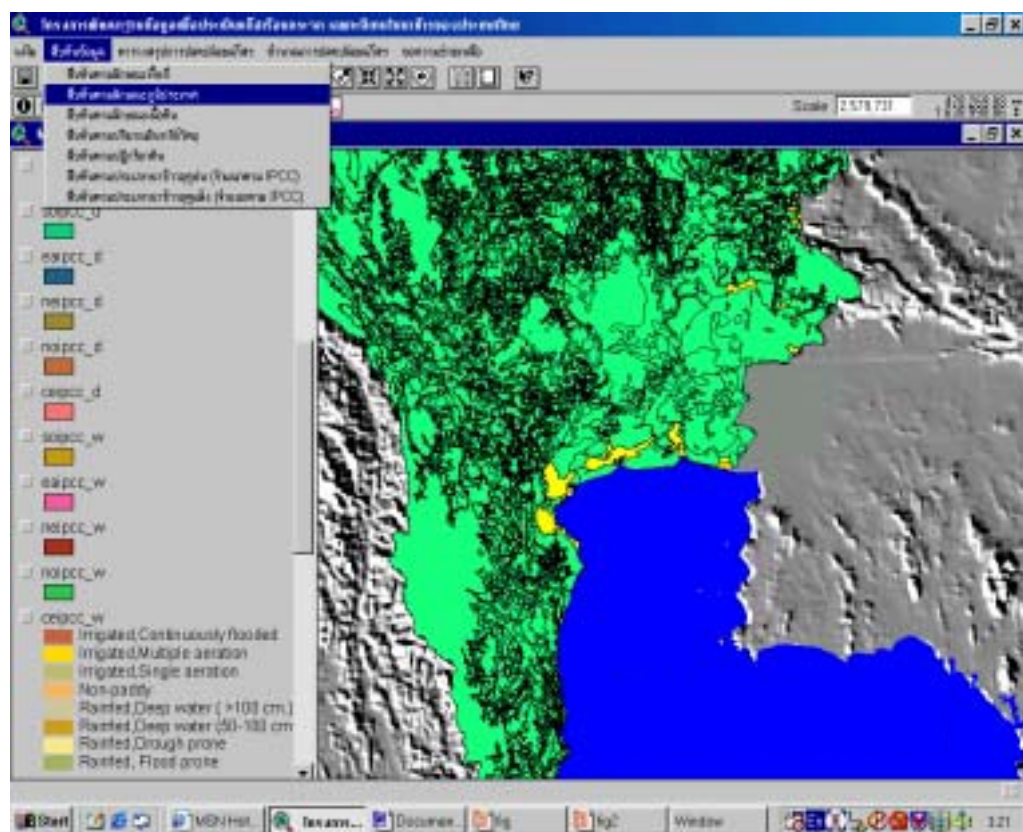
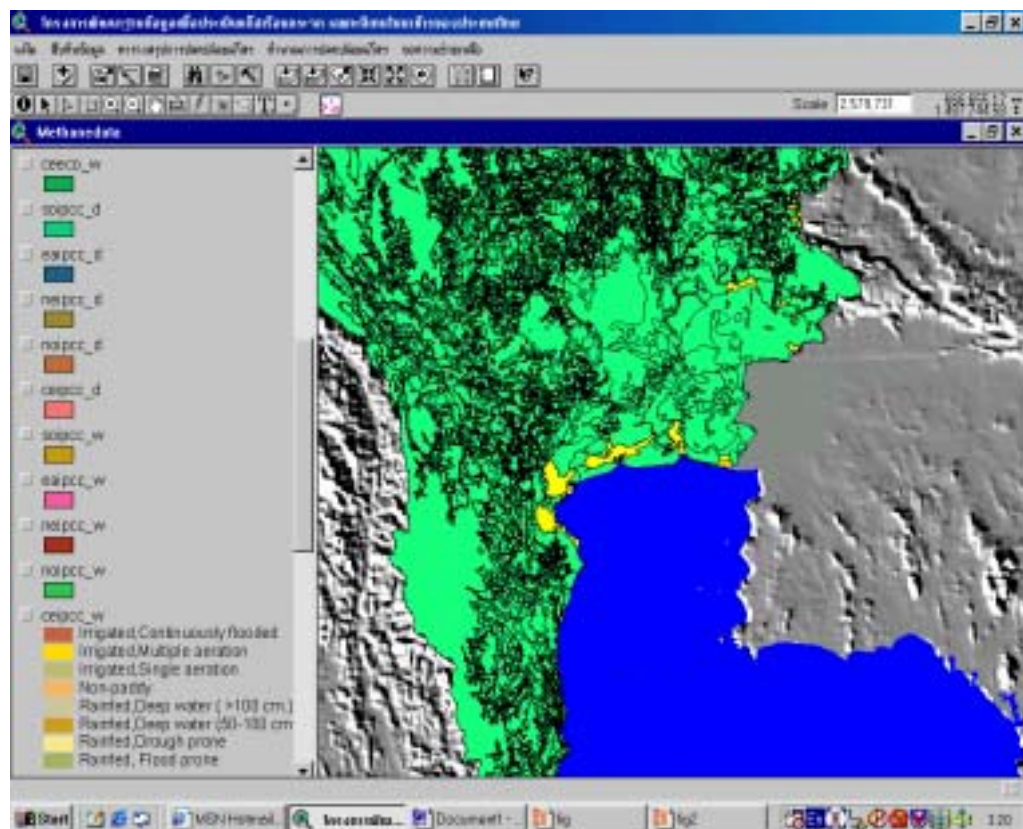


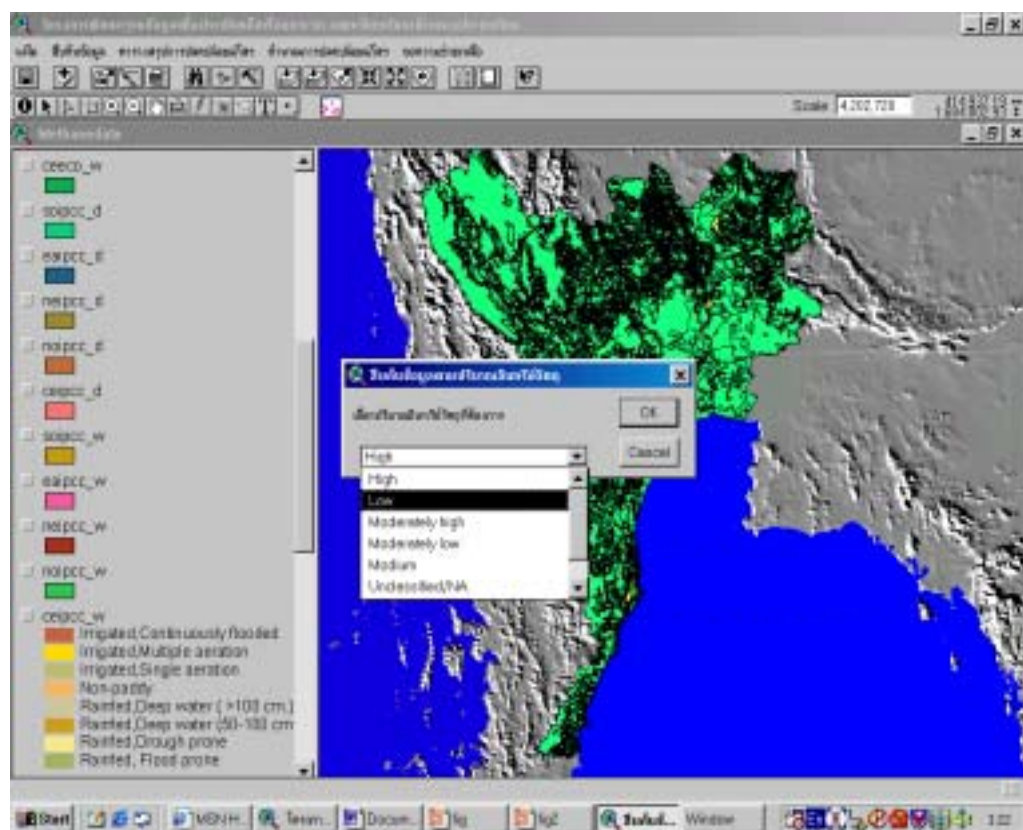
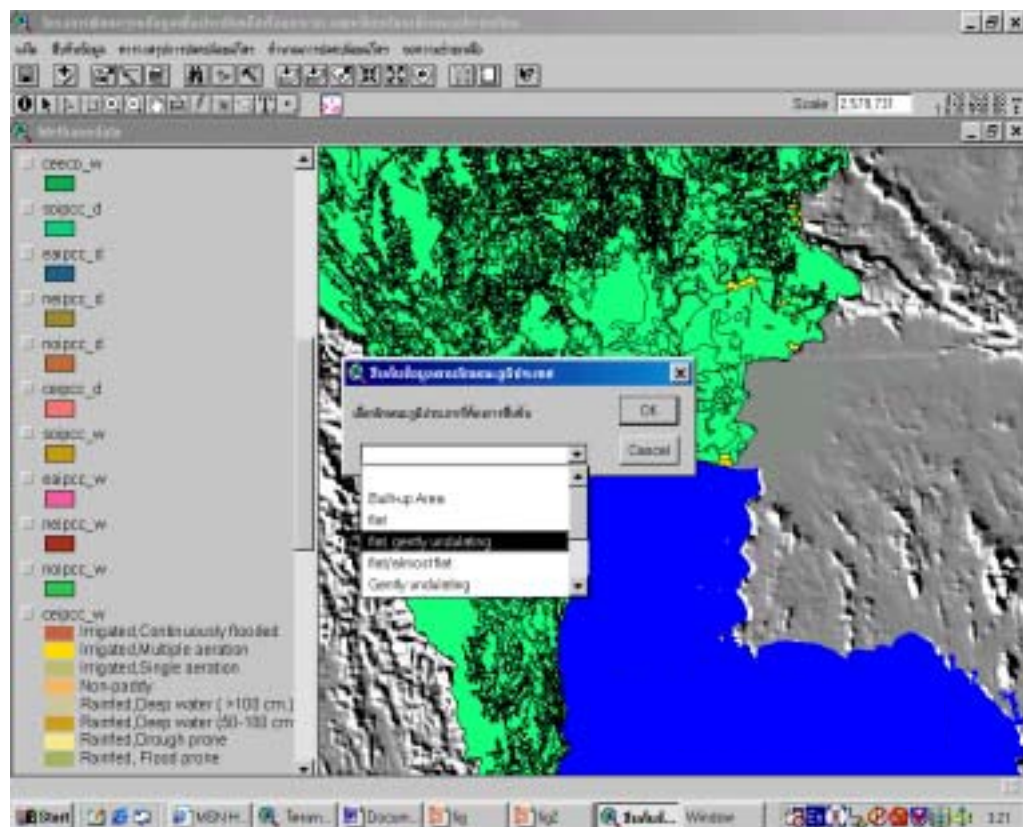


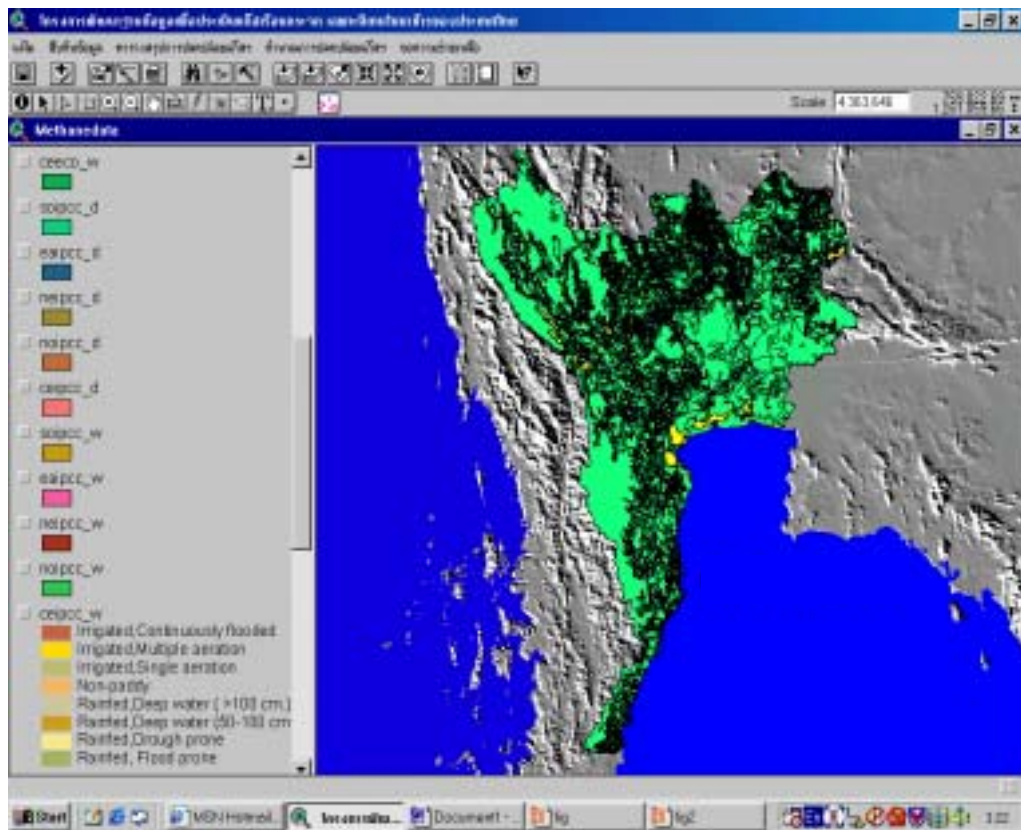
ภาพที่ 35



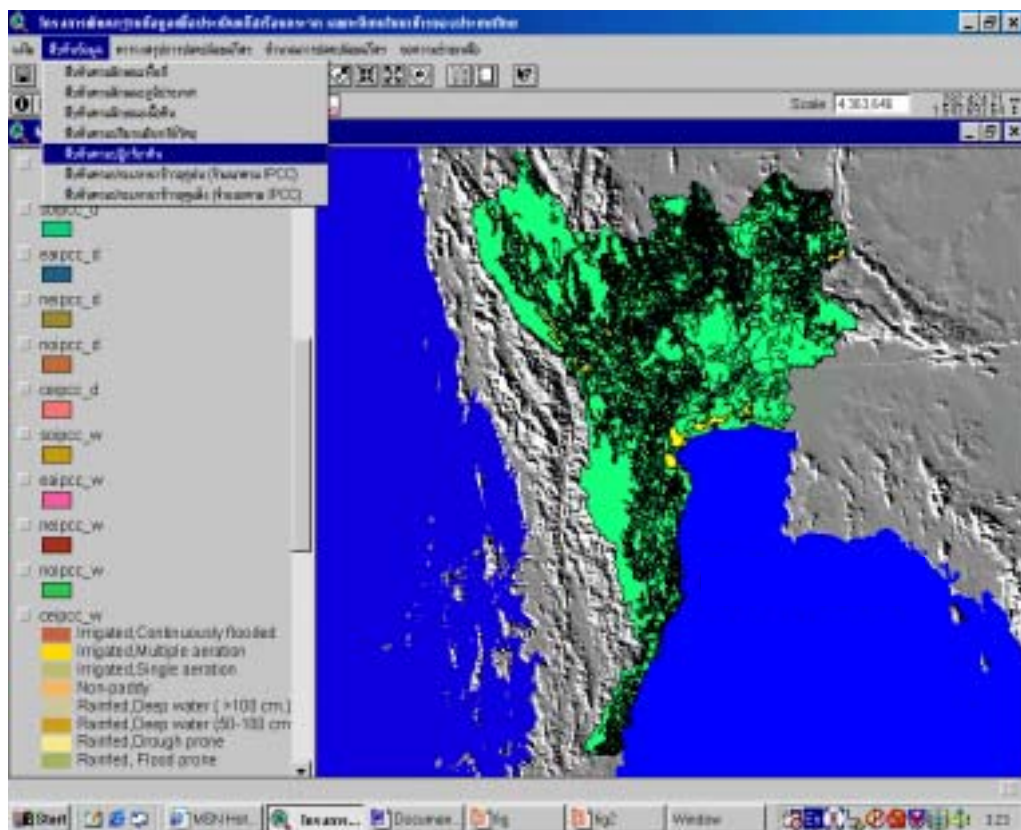
ภาพที่ 36



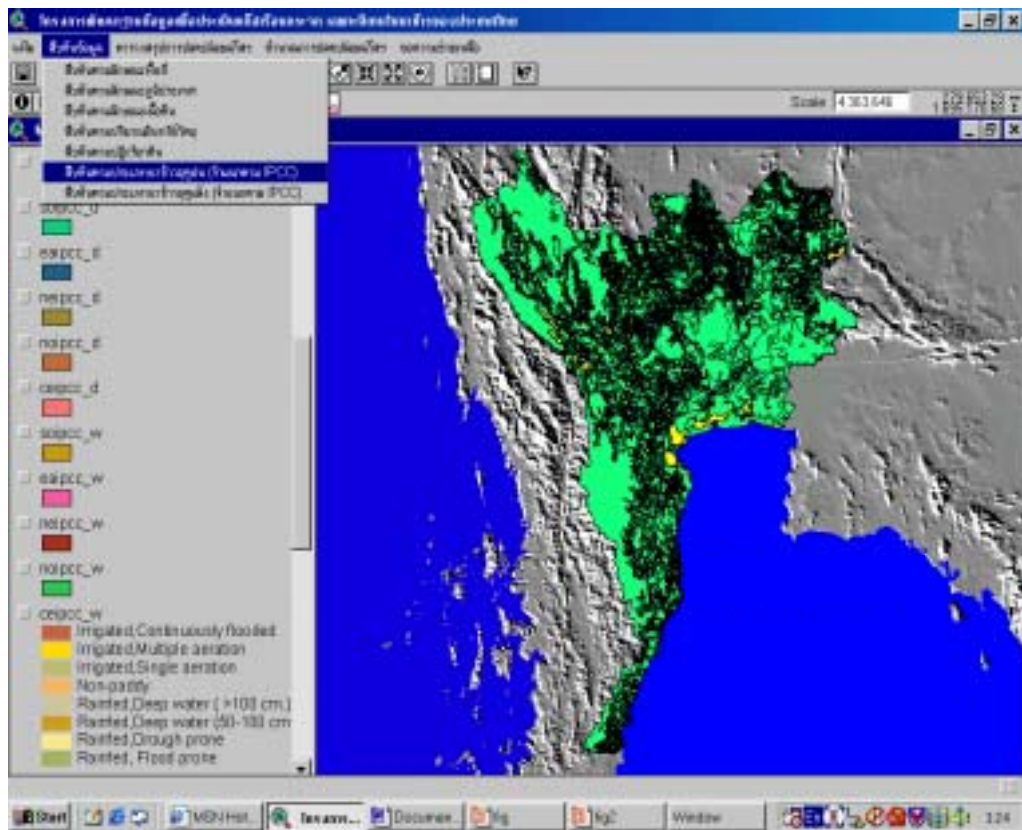




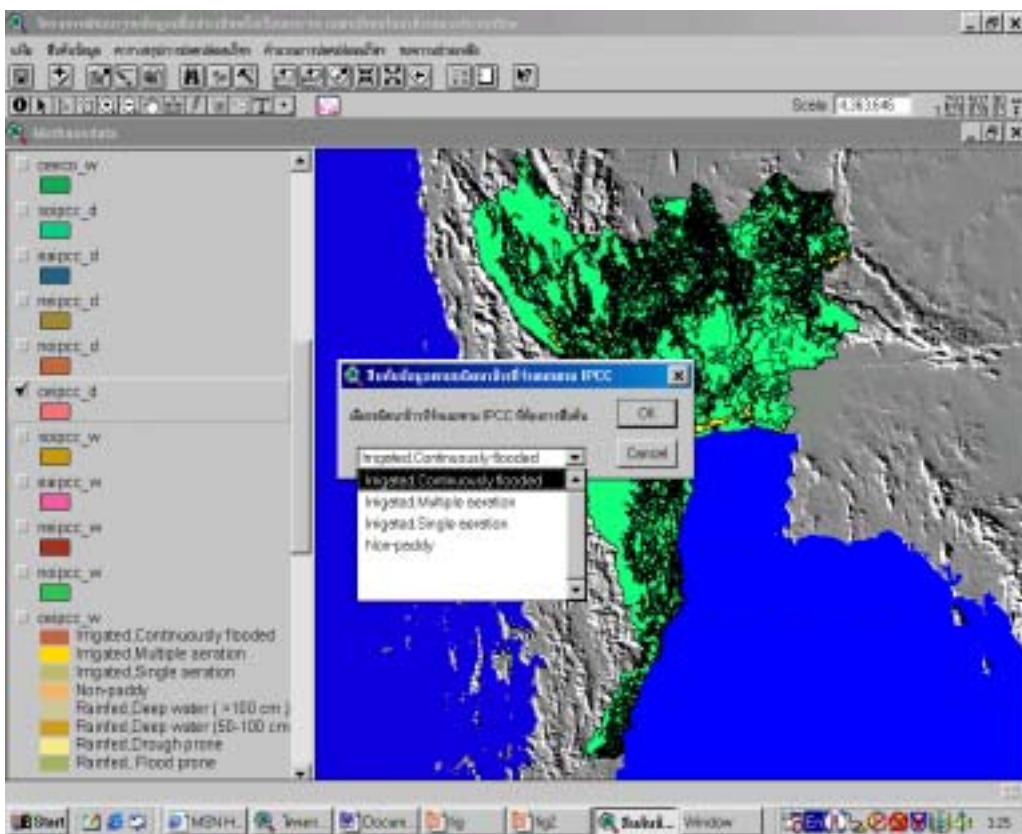
ภาพที่ 41



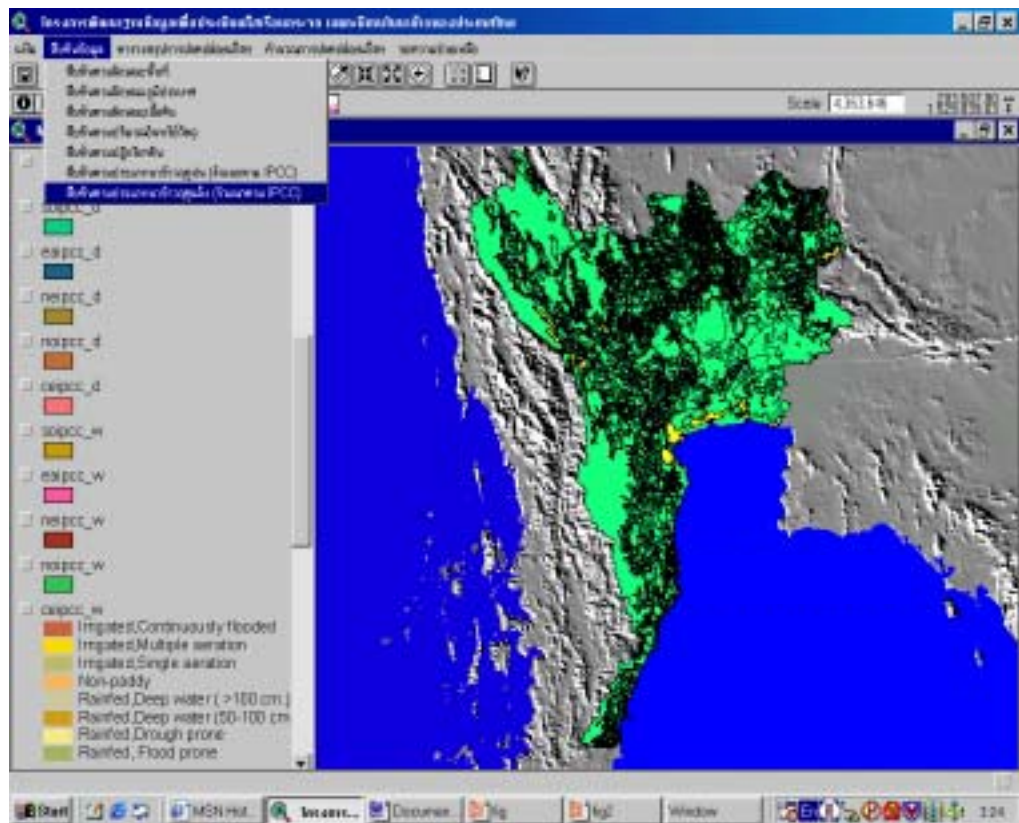
ภาพที่ 42



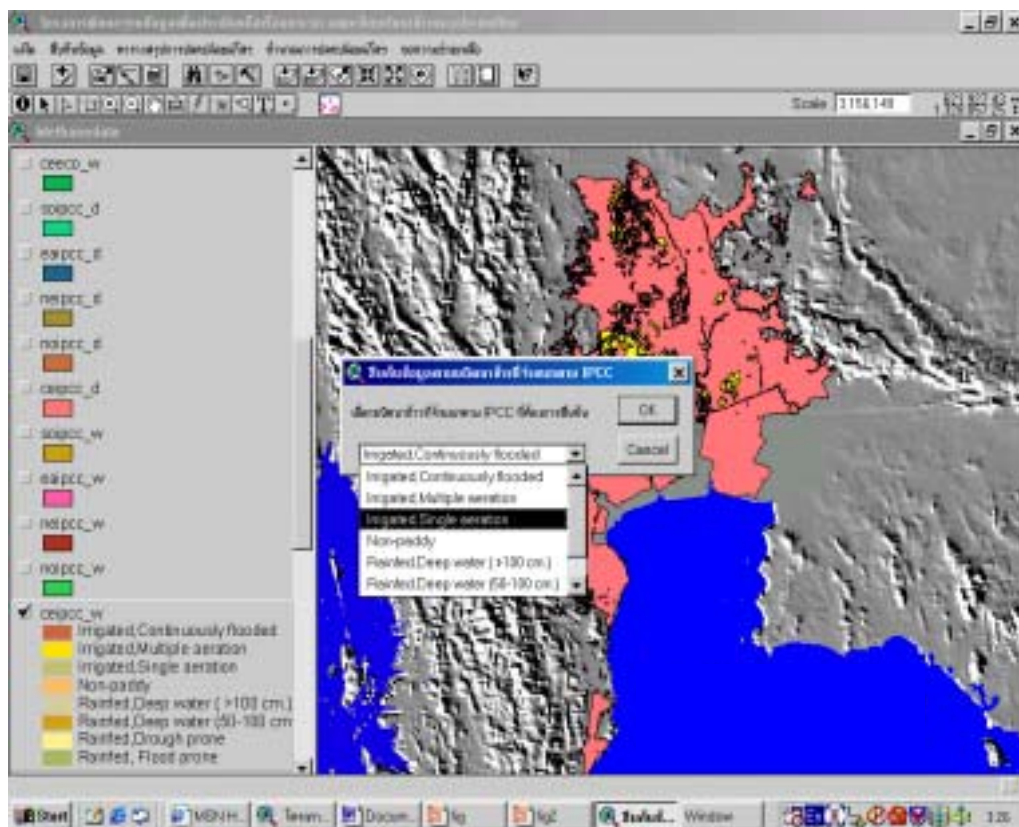
ภาพที่ 43



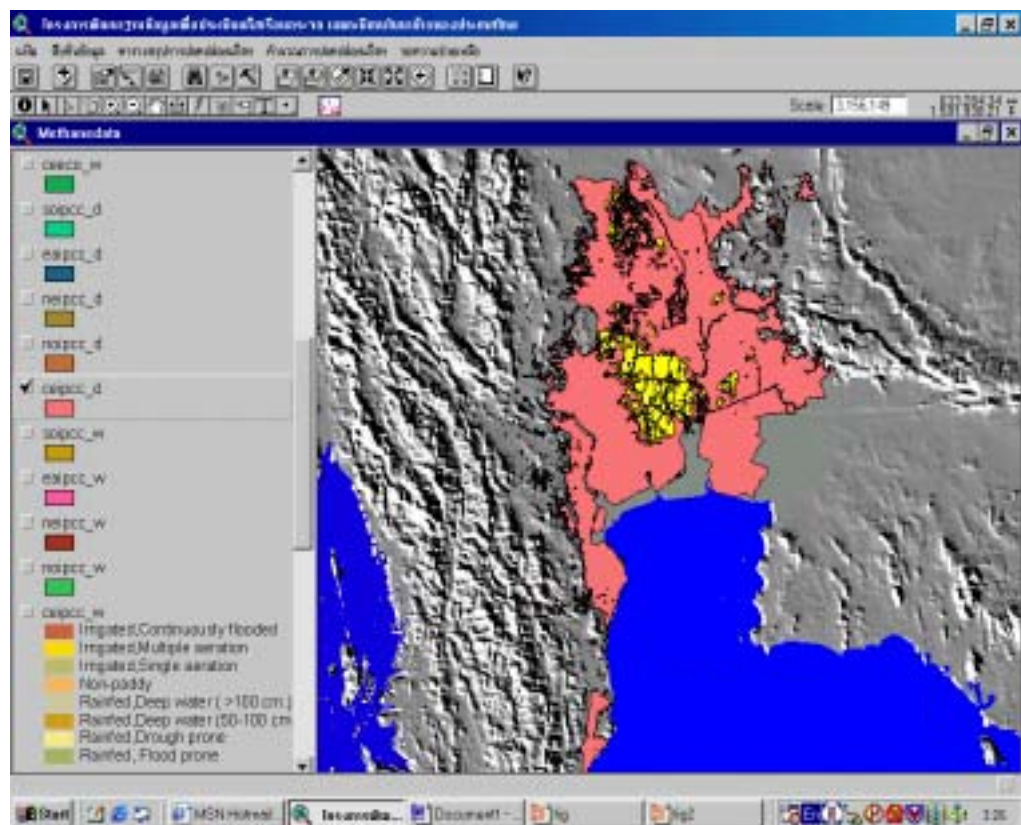
ภาพที่ 44



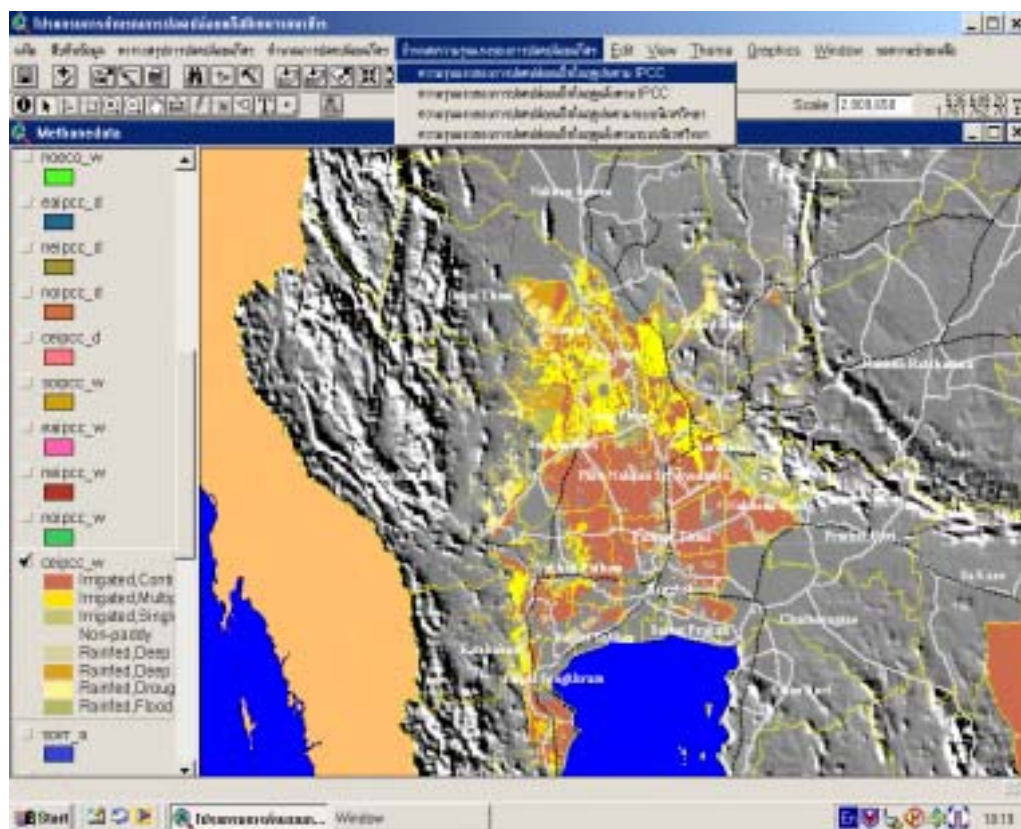
ภาพที่ 45



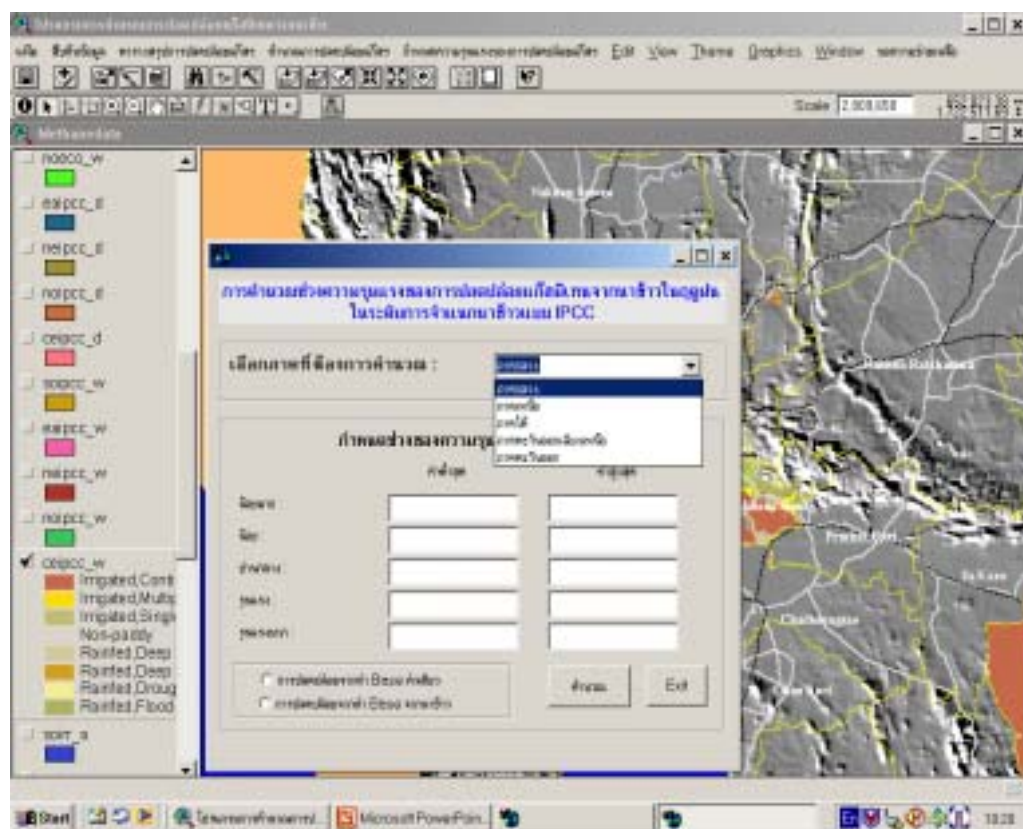
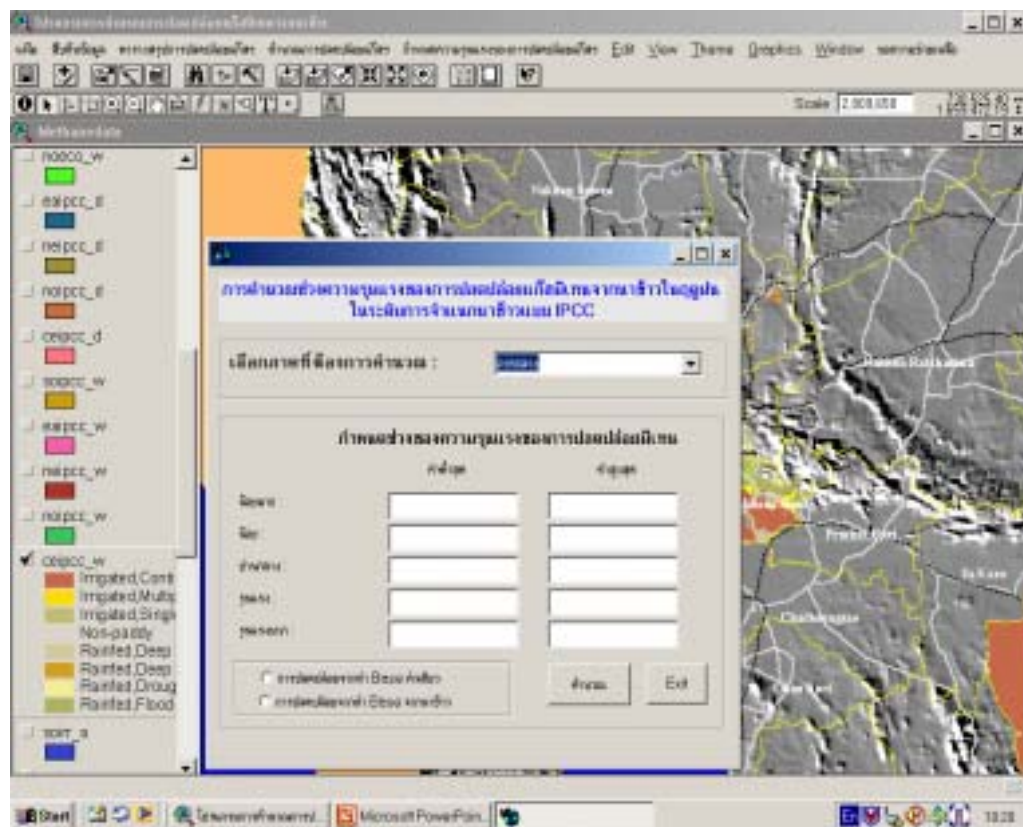
ภาพที่ 46

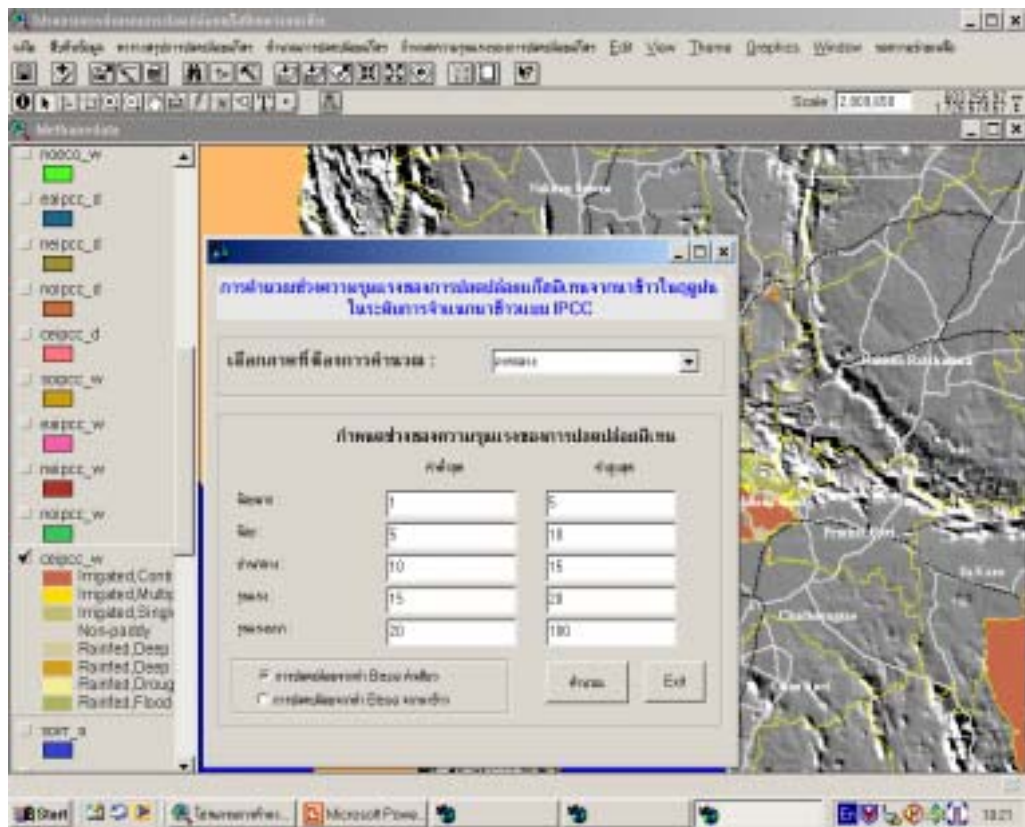


ภาพที่ 47

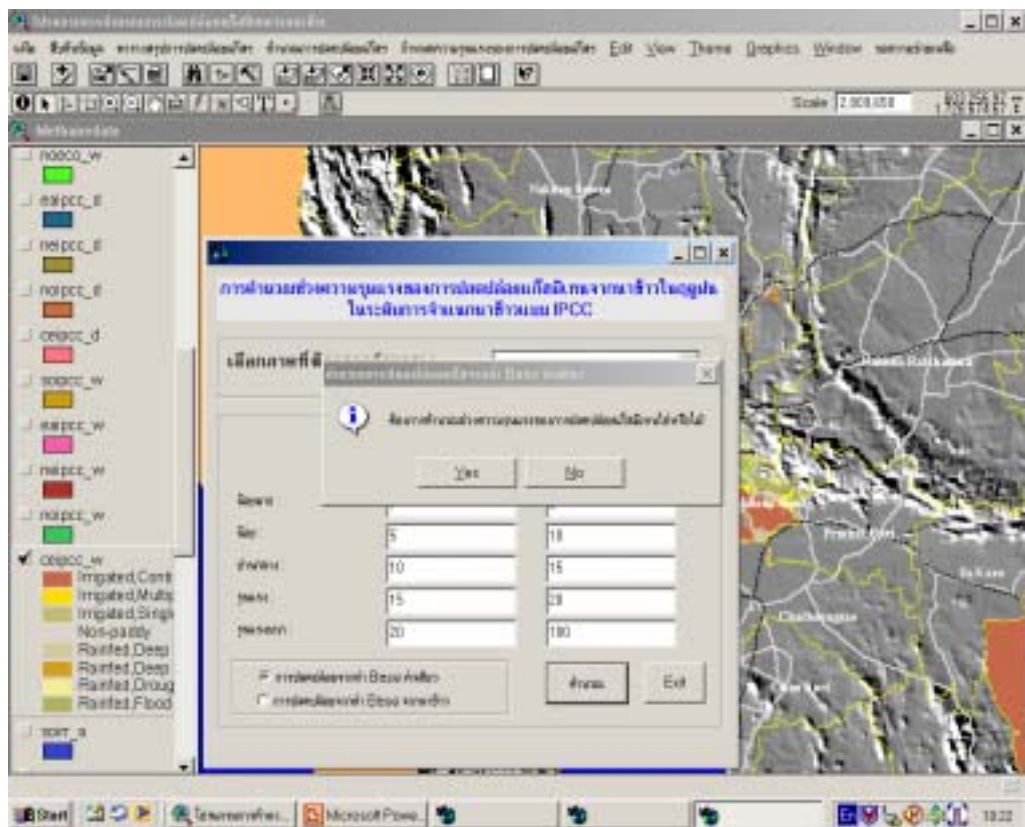


ภาพที่ 48

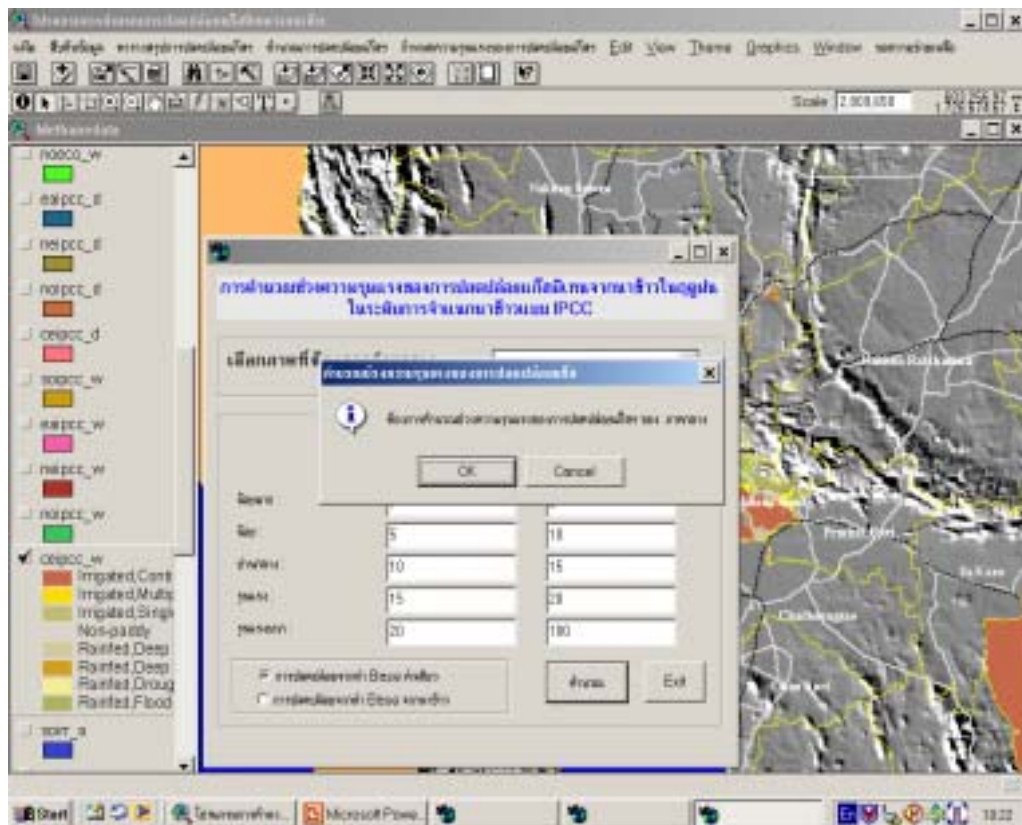




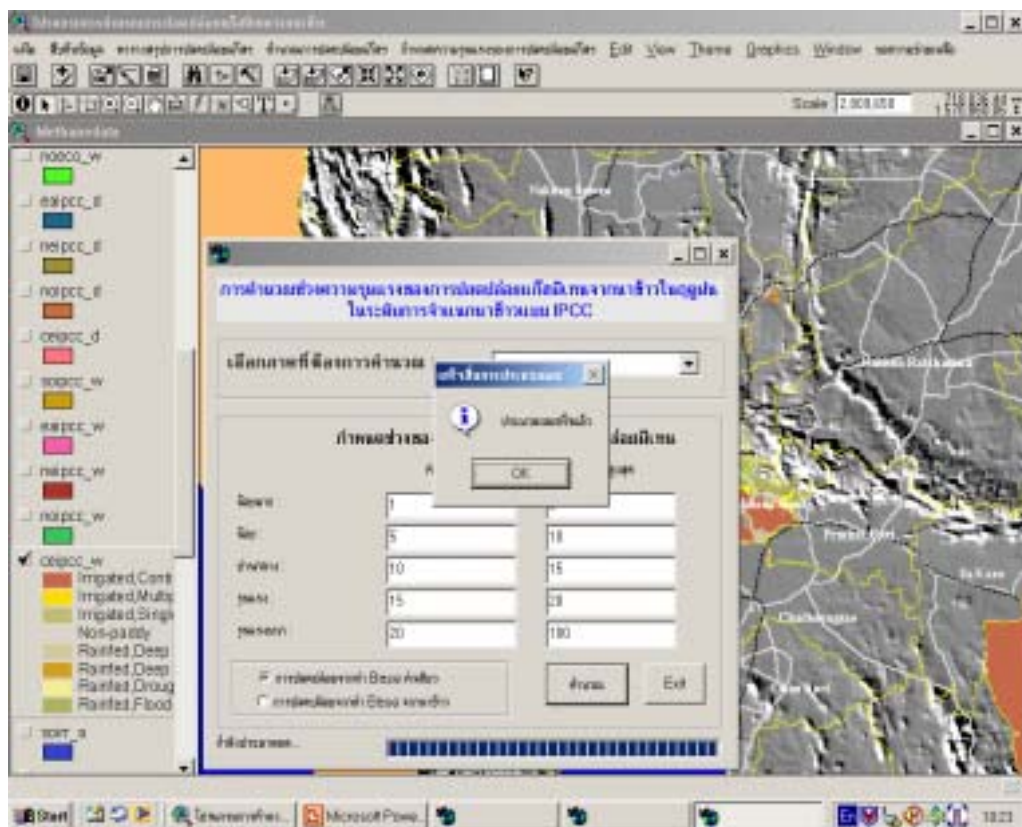
ภาพที่ 51



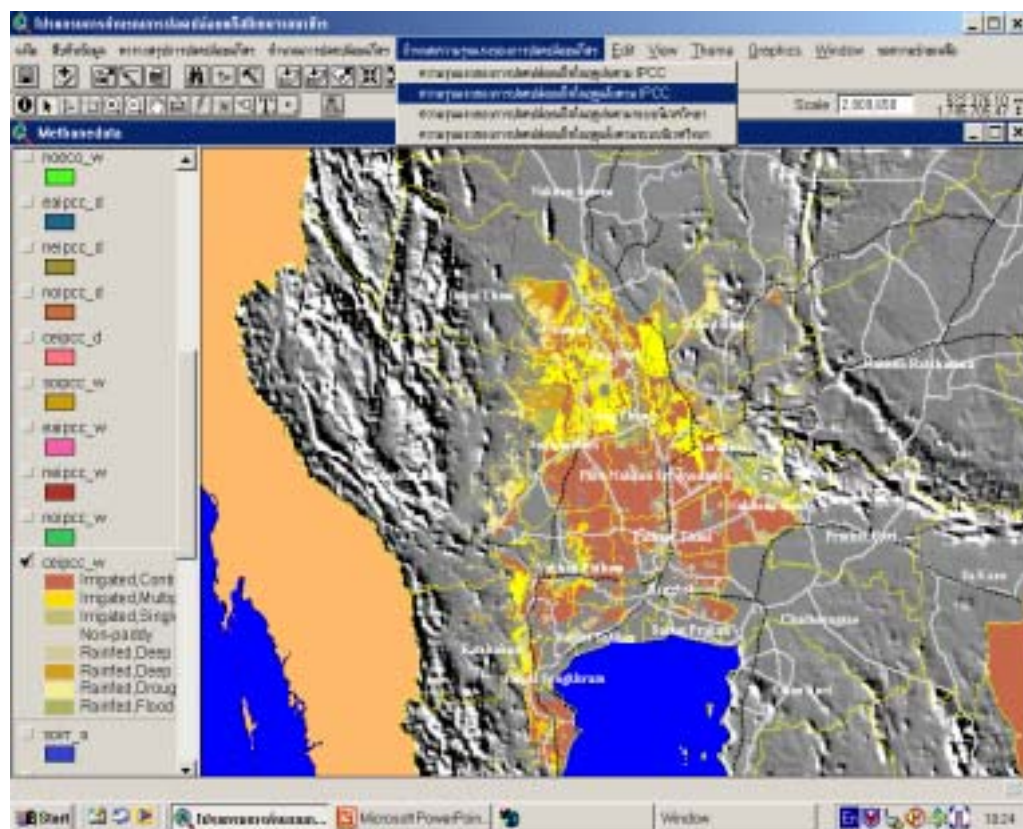
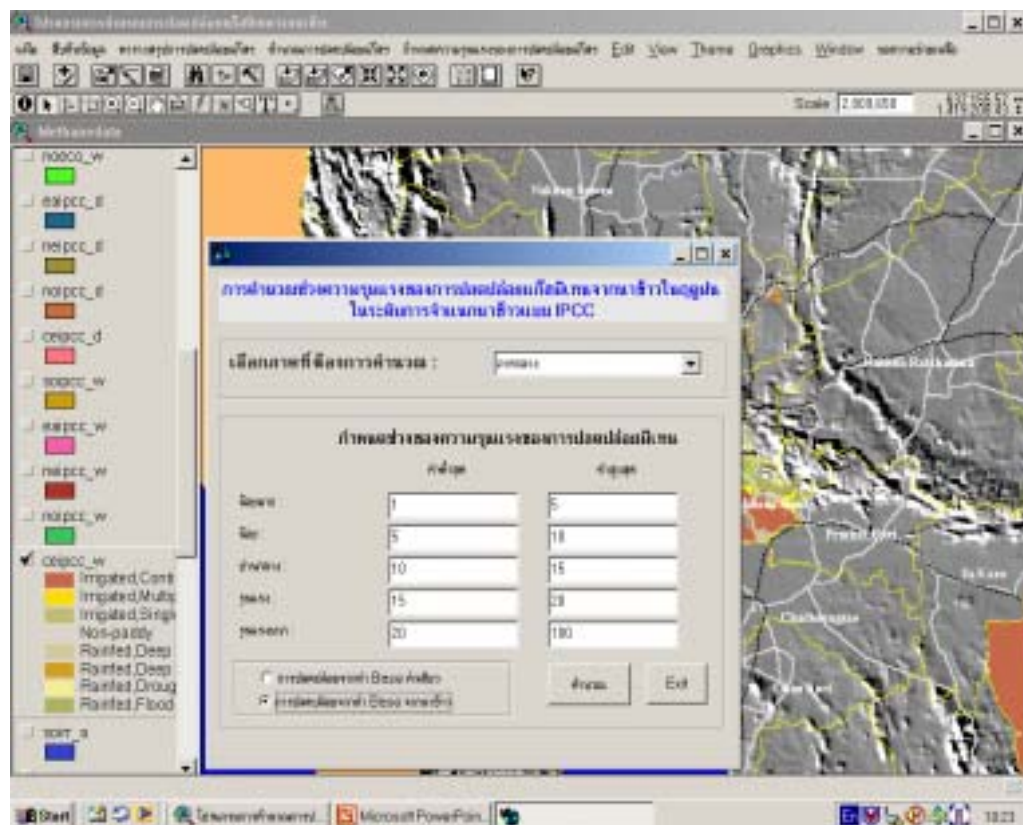
ภาพที่ 52

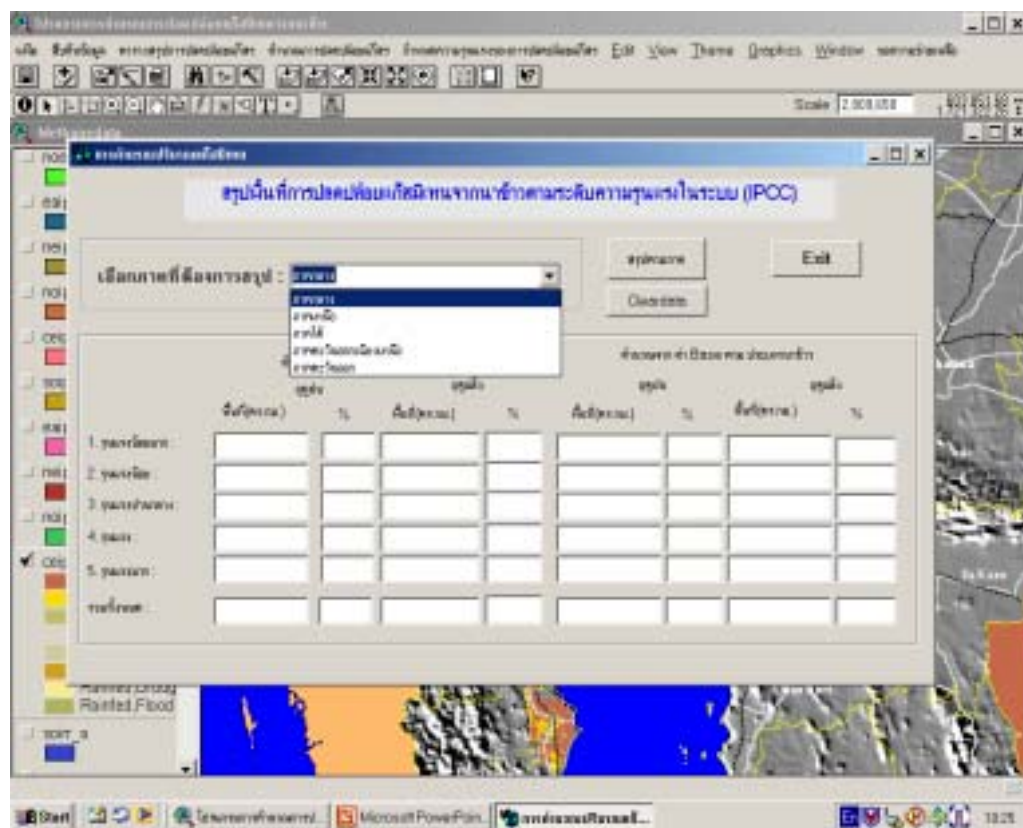
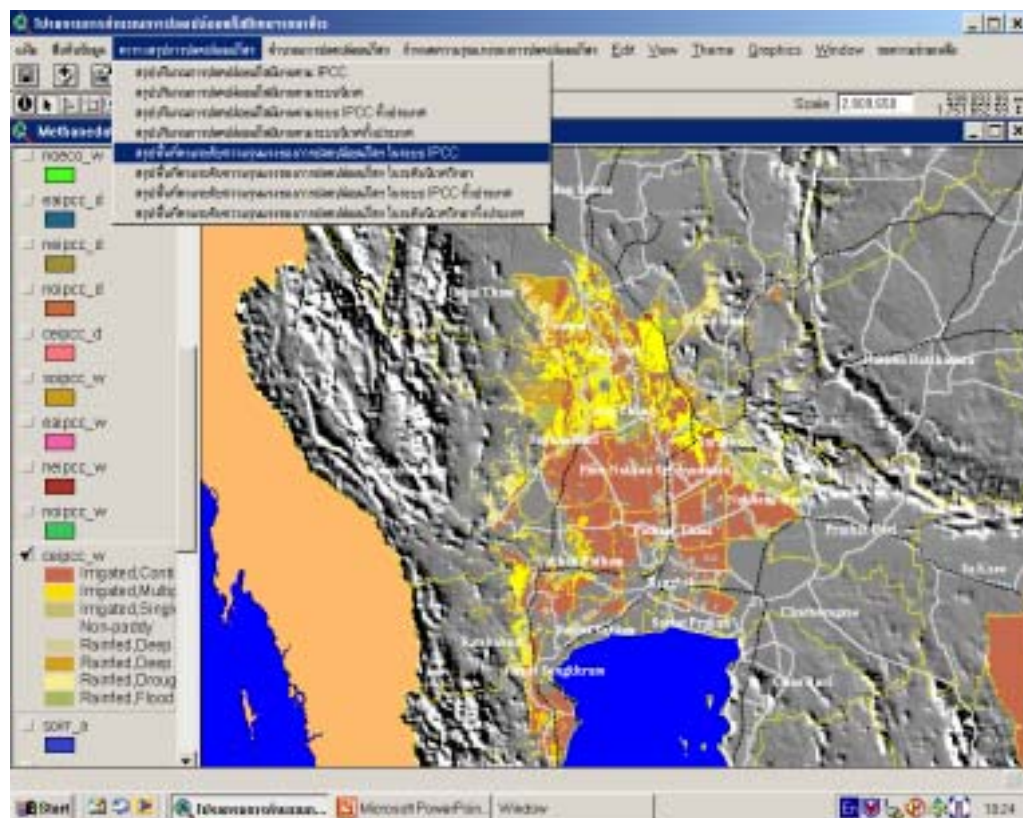


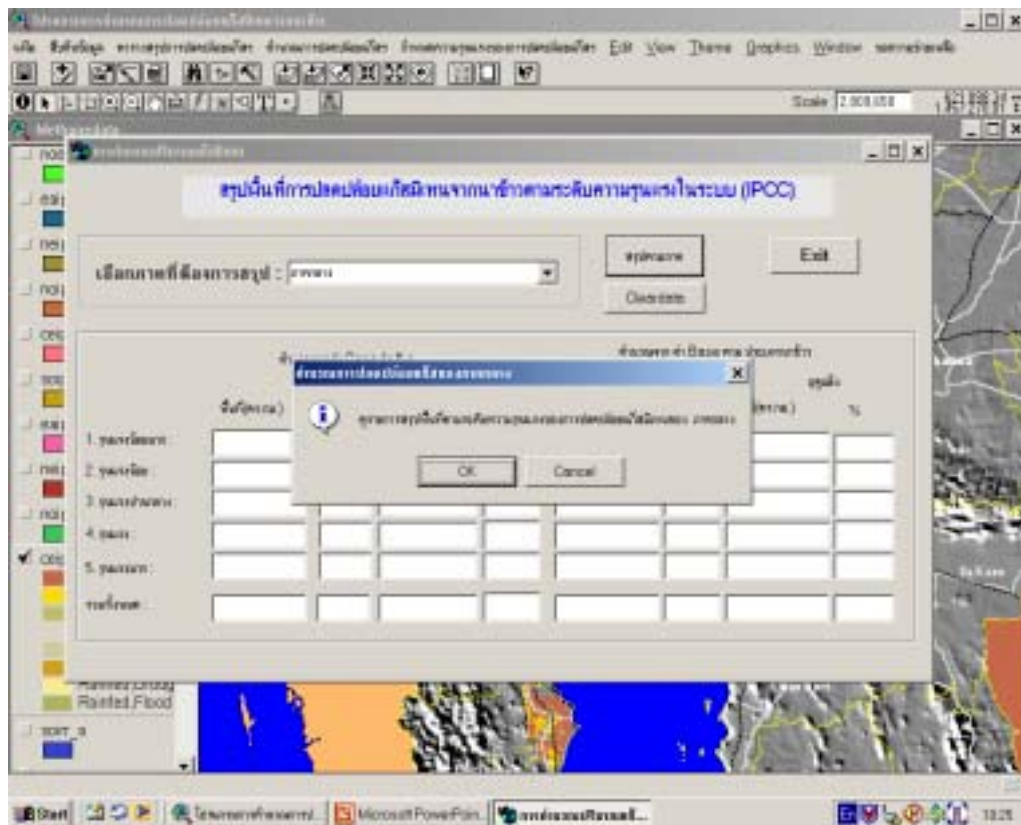
ภาพที่ 53



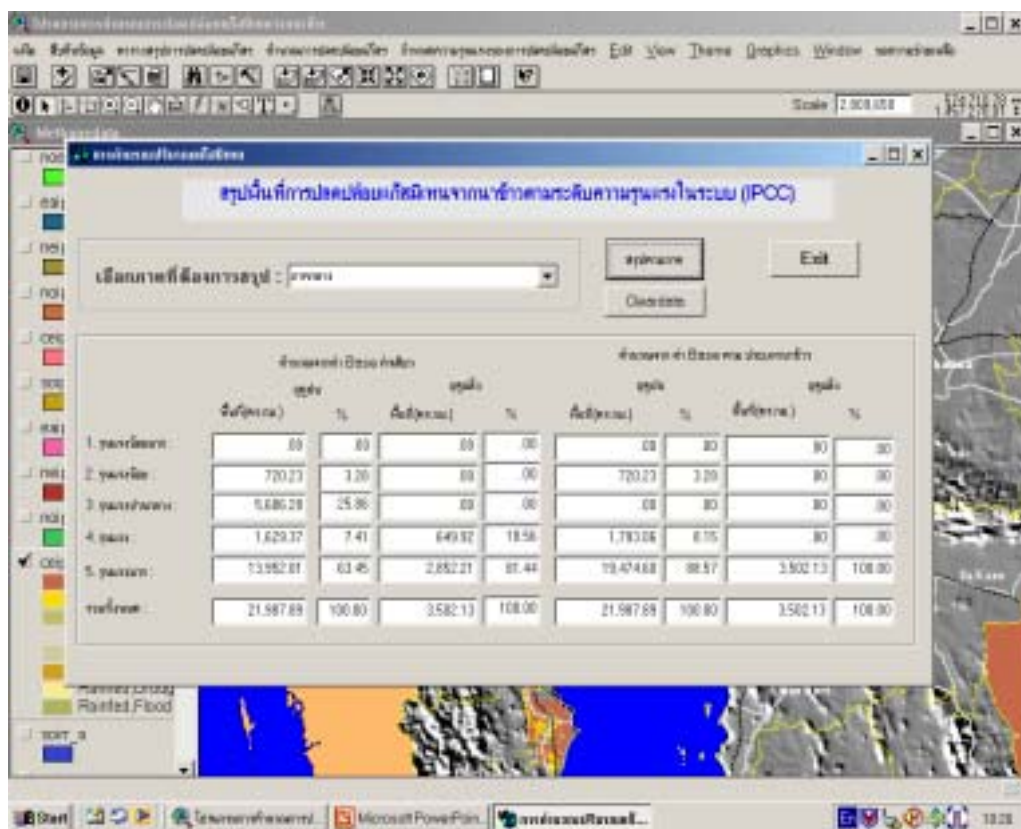
ภาพที่ 54



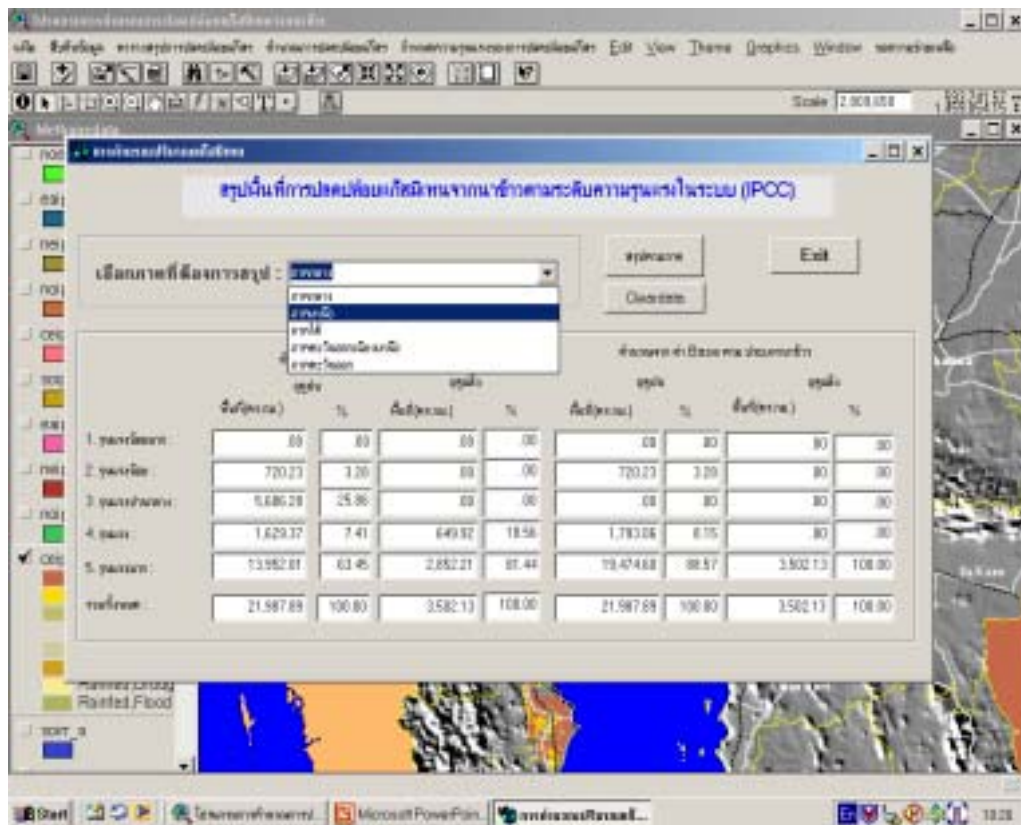




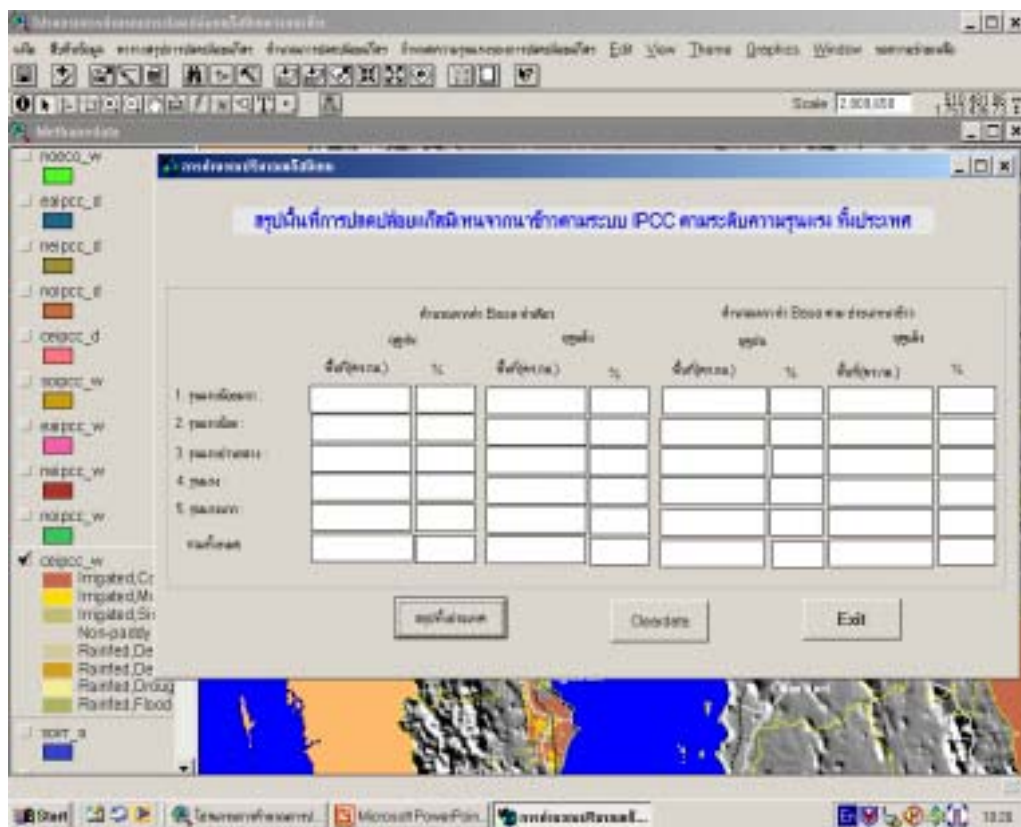
ภาพที่ 59



ภาพที่ 60

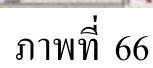
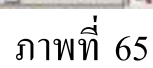


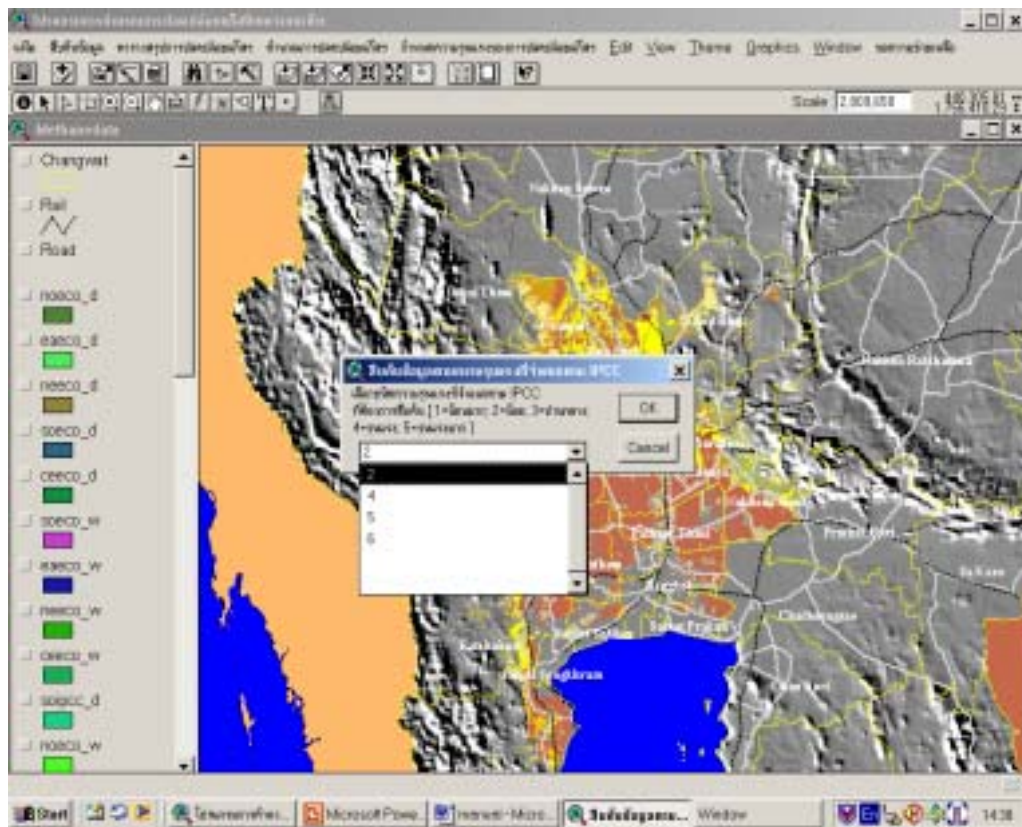
ภาพที่ 61



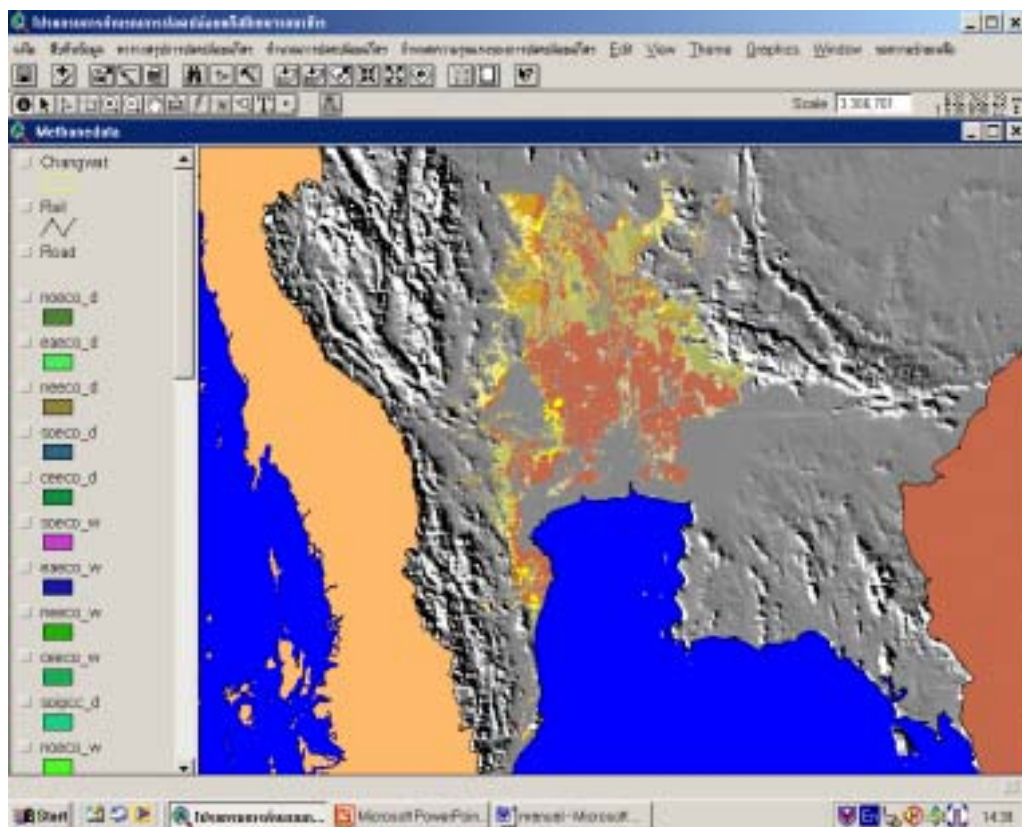
ภาพที่ 62







ภาพที่ 67



ภาพที่ 68