

(2) 反射スペクトル測定結果

① 塩類被覆別反射率測定

ランドサット画像から塩の地表被覆の度合いを解析する基準データとするため、ランドサットの波長域にほぼ対応したスペクトルメータで各ランクの塩の反射率を測定した。その一部を図-9に示す。グラフを見る限り塩の強弱と反射率とに互換性がないように見える。これは、土壌の色の違い、土壌含水率の違いが大きな原因であると考えられる。

② 水田のストロー反射率測定

水田の被覆にも3種類あり、ストロー、ストロー+草(塩を含んだ田特有)、ストロー(焼き払って株だけのもの)に分けられる。図-10にそれぞれの反射率を示すが、ストローの間に見える土の影響すなわち、被覆の種類よりもストローの密度、地域性、土壌の乾燥度による影響が強く、分類不可能だと考えられる。

③ 土壌水分解析のための反射率測定

土壌が乾燥すると反射率は全体的に高くなり、水分を含むにつれ土壌の色も暗くなり反射率も低くなる。図-11のように湖水の反射率は、他のものに比べ低く、バンド7が最も低くなっている。これはにこり水の反射率でも同様で、バンド7の波長域は水に吸収される性質がある。よって、土壌においても同じ土壌の場合、含水率が高くなるに従い反射率は低下し、バンド7で最も顕著に減衰することがわかる。

④ 土壌水分と反射率の関係

表層5cmの土壌水分と反射率との関係を図-12のグラフで示したが、見る通り規則性がないことがわかる。これは地表が均一でないため起ったことで、これより細かい土壌水分の分類は困難であろう。

表 - 5 土壤水分測定結果

| Sample Point No. | Wet Soil & Can weight (g) | Dry Soil & Can weight (g) | Can weight (g) | Moisture (%) |
|------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|--------------|
| 1 | 266.41 | 252.3 | 92.8 | 8.65 |
| 2 | 257.56 | 245.8 | 93.0 | 7.69 |
| 3 | 248.08 | 233.4 | 90.1 | 10.24 |
| 4 | 261.22 | 242.8 | 90.8 | 12.12 |
| 5 | 243.30 | 229.6 | 92.8 | 10.01 |
| 6 | 202.91 | 195.9 | 91.2 | 6.69 |
| 7 | 294.06 | 268.0 | 93.7 | 14.95 |
| 8 | 273.97 | 251.2 | 93.4 | 14.43 |
| 9 | 264.14 | 245.3 | 93.8 | 12.44 |
| 10 | 268.26 | 255.0 | 93.9 | 8.23 |
| 11 | 251.14 | 243.3 | 93.6 | 5.24 |
| 12 | 245.34 | 236.5 | 94.1 | 6.21 |
| 13 | 240.31 | 234.7 | 93.2 | 3.96 |
| 14 | 236.80 | 234.2 | 94.4 | 1.86 |
| 15 | 248.47 | 248.0 | 92.5 | 0.30 |
| 16 | 240.77 | 240.4 | 93.3 | 0.25 |
| 17 | 239.49 | 232.3 | 92.0 | 5.12 |
| 18 | 293.06 | 268.4 | 94.6 | 14.19 |
| 19 | 246.40 | 236.3 | 93.4 | 7.07 |
| 20 | 243.16 | 238.2 | 94.1 | 3.44 |
| 21 | 228.78 | 228.4 | 93.0 | 0.28 |
| 22 | 245.90 | 242.4 | 92.8 | 2.34 |
| 23 | 254.27 | 248.8 | 94.3 | 3.55 |
| 24 | 250.47 | 245.6 | 93.0 | 3.19 |
| 25 | 252.90 | 246.9 | 94.0 | 3.92 |
| 26 | 237.44 | 233.8 | 94.0 | 2.60 |
| 27 | 235.35 | 233.6 | 94.3 | 1.26 |
| 28 | 251.24 | 248.1 | 93.3 | 2.02 |
| 29 | 250.51 | 248.2 | 94.4 | 1.50 |
| 30 | 251.17 | 230.3 | 93.2 | 15.22 |
| 31 | 289.25 | 251.2 | 93.3 | 24.10 |
| 32 | 268.55 | 233.7 | 94.5 | 25.0 |
| 33 | 241.74 | 234.9 | 93.0 | 4.8 |
| 34 | 265.1 | 252.4 | 92.5 | 7.94 |
| 35 | 263.4 | 245.1 | 94.0 | 12.11 |
| 36 | 245.0 | 236.0 | 94.4 | 6.36 |
| 37 | 267.5 | 250.9 | 94.6 | 10.62 |
| 38 | 277.8 | 263.3 | 94.1 | 8.57 |

$$\text{Moisture (\%)} = \frac{\text{Wet Soil \& Can weight} - \text{Dry Soil \& Can weight}}{\text{Dry Soil - Can weight}} \times 100$$

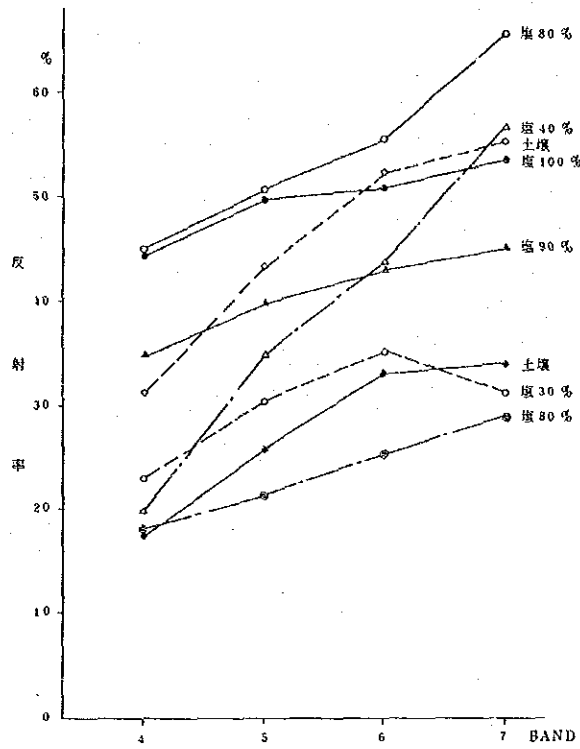


図-9 塩類被覆別反射率

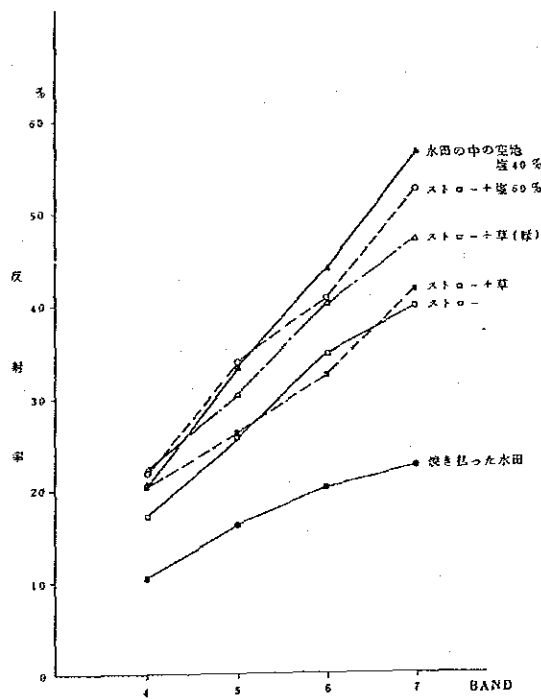


図-10 水田のストロ-反射率

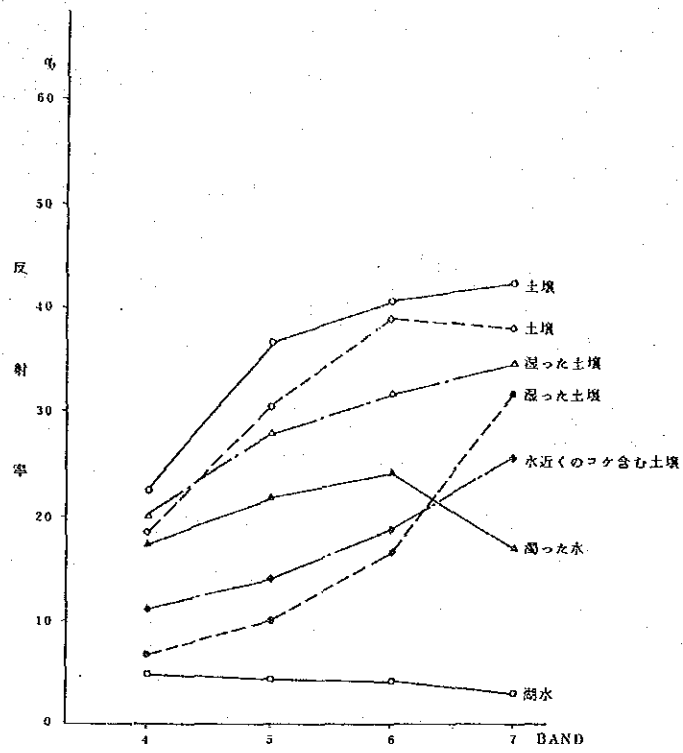


図-1 1 土壌水分解析のための反射率

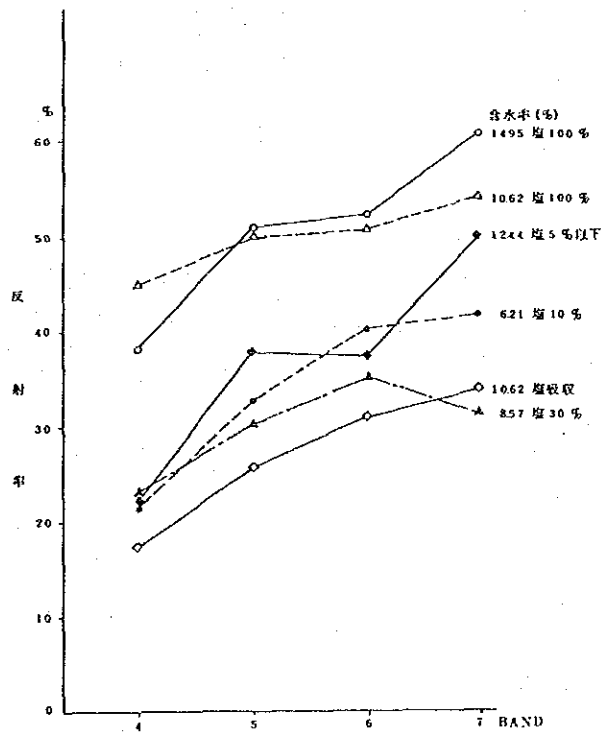


図-1 2 土壌水分と反射率

2. 土壌水分解析結果

土壌に水分がある場合、反射率が低くなり、特に近赤外域では水分に吸収され減衰が著しいことは知られている。また現地調査結果の図-11でも明らかである。よって画像-1, 2のランドサットMSS画像上で青く見える所は水分が多い場所だと考えられる。この特徴をふまえて主成分分析による解析を行った。

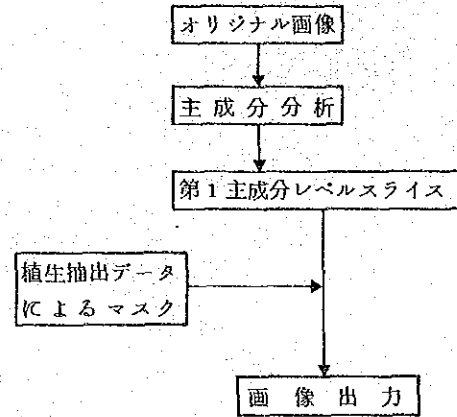
フローは右に示す。ここで土壌水分と第1主成分データが現地調査および画像判読から関係が深いと判断し、第1主成分データを0～255に広げた後、レベルスライスを行った。

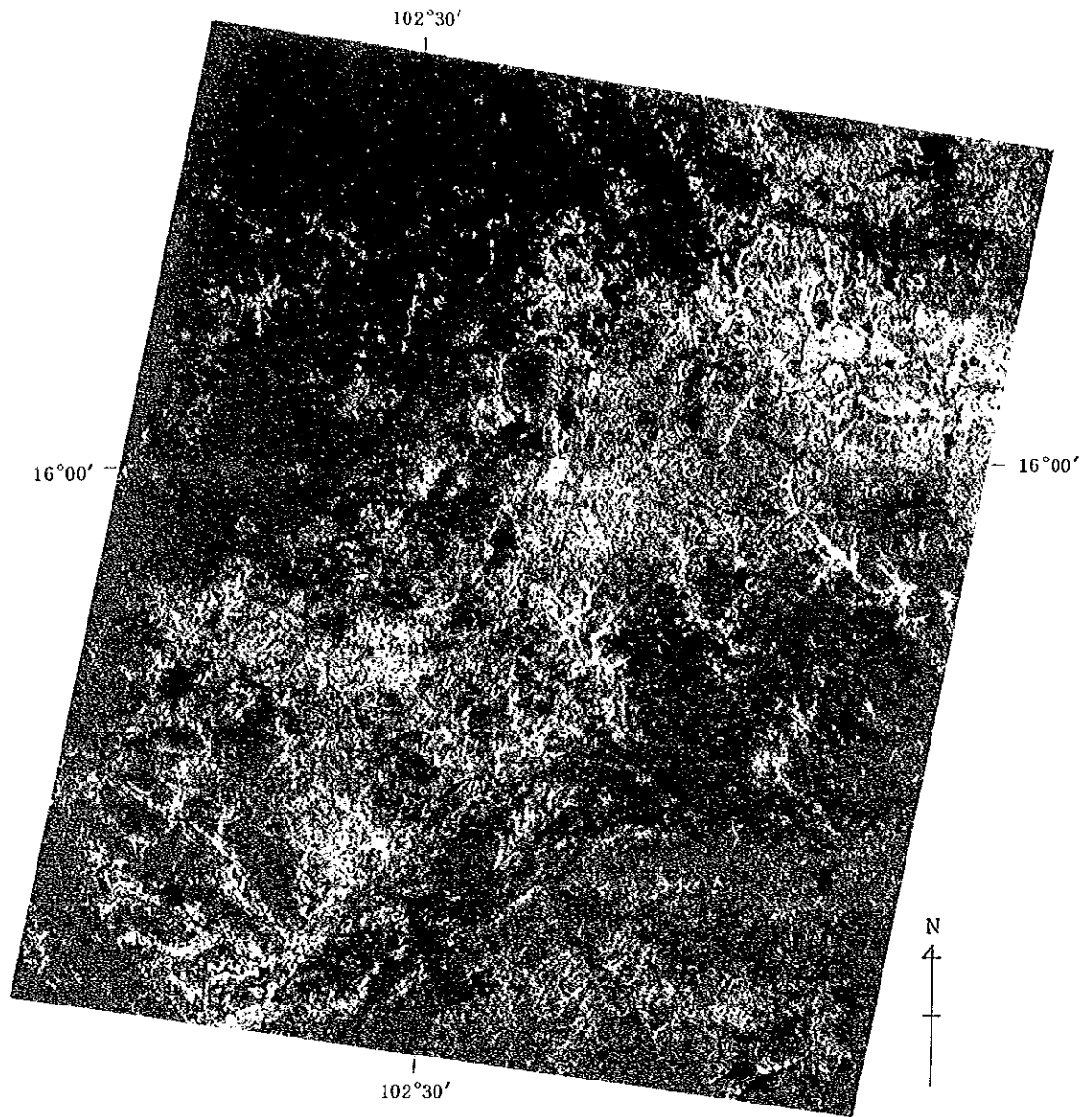
このレベルの設定は、まず水部、乾燥度の高い所、非常に湿った所を、現地調査結果およびフォルスカラー画像判読より抽出し決定した、残りの地域は植生以外を2ランクに設定した。すなわち、1.水部 2.高湿 3.中湿 4.低湿 5.乾燥の5ランクに土壌含水状態を分類した。

植生部分は、土壌としては、植物が生育できる程度の水分を含んでいると考えられるが、ランクとして2～4のどこに入るか判断できず植生として表示する。この時、植生部分の抽出には下の式の結果に対してレベルスライスしたものである

$$T = \frac{(\text{バンド5のデータ}) + 14}{(\text{バンド7のデータ})}$$

この結果を解析画像にオーバーレイし、最終的に6ランクに分類した。この結果に、植生：赤 水部：紺 高湿：青 中湿：緑 低湿：黄 乾燥：白 を設定し画像出力した。画像-6, 7





データ取得日：16/Jan/84







パスロー：128-49

プラットフォーム：ランドサット4号

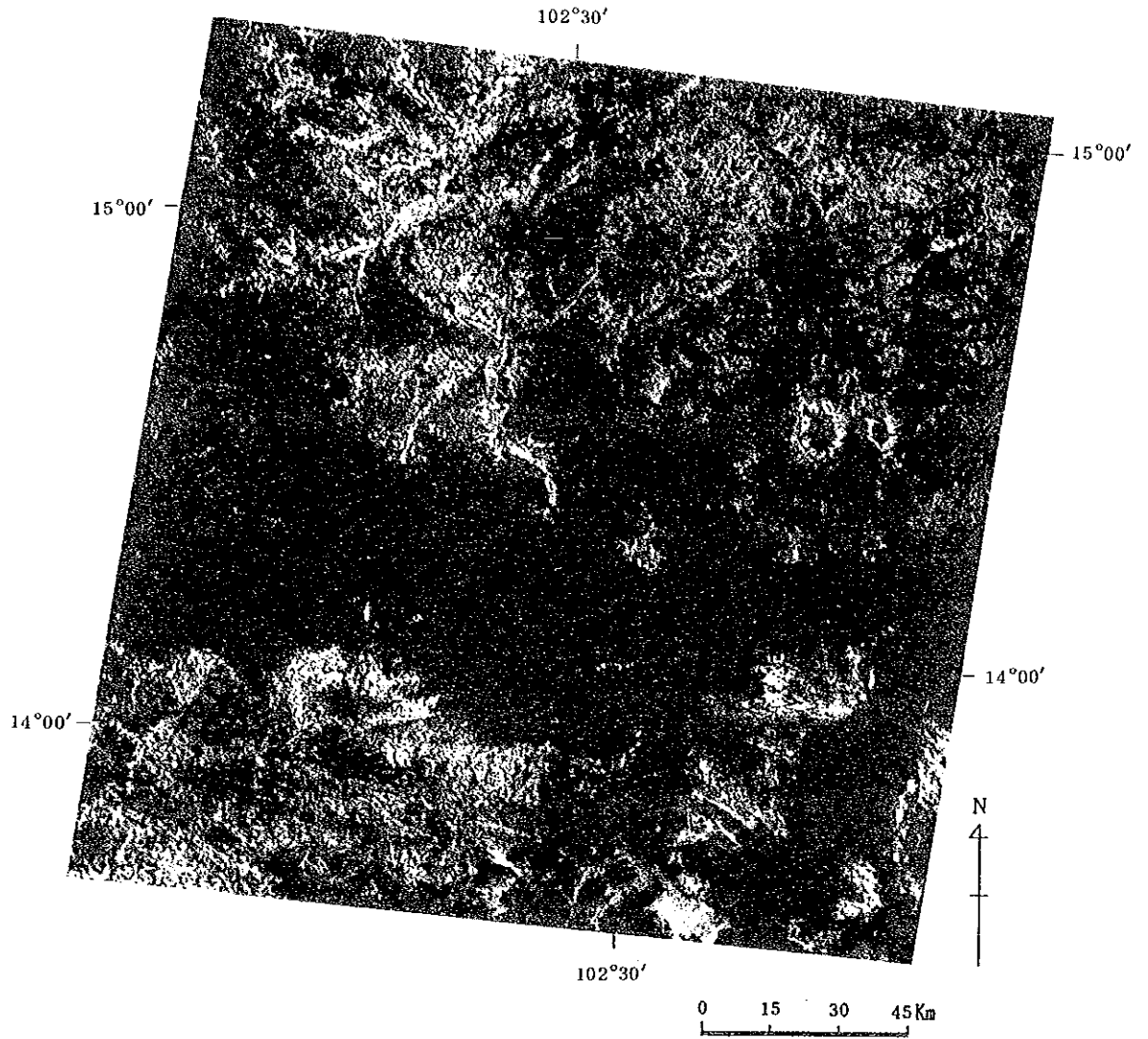
センサー：MSS

0 15 30 45 Km

凡例

-  植生
-  水部
-  高湿地
-  中湿地
-  低湿地
-  乾燥地

画像 - 6 土壌水分解析画像(1)









データ取得日：16/Jan/84

パスポート：128-50

プラットフォーム：ランドサット4号

センサー：MSS

凡例

-  植生
-  水部
-  高湿地
-  中湿地
-  低湿地
-  乾燥地

画像 - 7 土壌水分解析画像 (2)

3. 塩類集積状況解析結果

塩類が地表上、多ければ多いほど太陽光の反射は強くなり、ランドサットデータの各バンドの記録値も高くなると考えられる。しかし、対象地域においては、塩類以外にも乾燥した土壌やストローも反射率を高くする要因となっている。また塩類も均一に分布しているわけではなく、かつ植生等の土地被覆も影響し、今回現地調査で最も広く塩の析出が確認された場所においても隣り合ったピクセルで数レベルの変化があった。よって図-13のフローで各種分類を行い、最終的に全てを重ね合わせ、塩類集積状況解析画像として出力した。

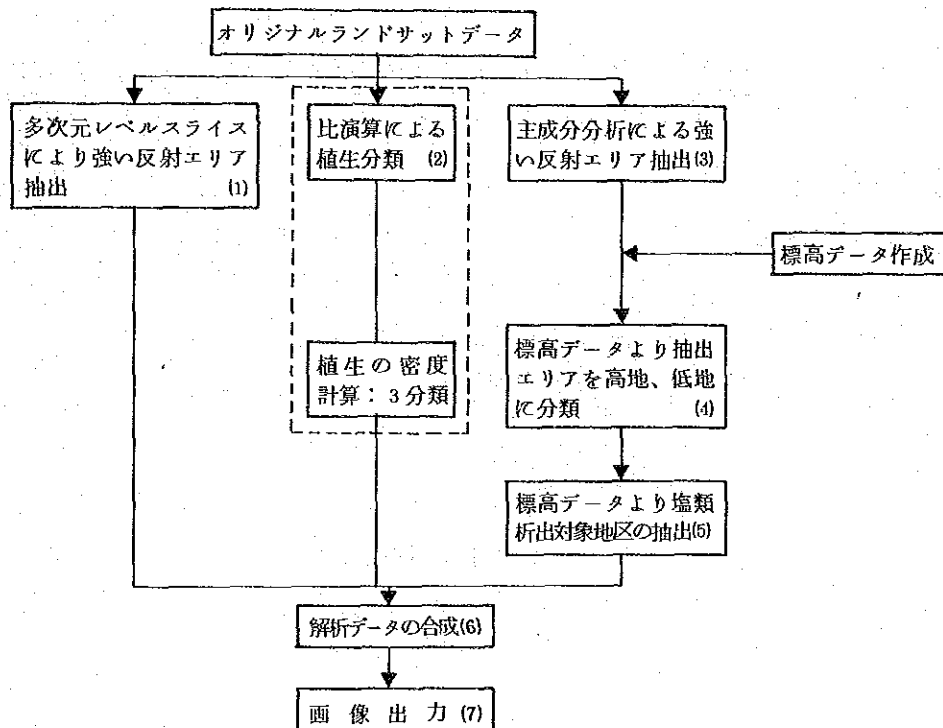


図-13 塩類集積状況解析フロー

(1) 多次元レベルスライスによる強い反射エリアの抽出

多次元レベルスライスとは、各画素が持っている各バンドのデジタル値が構成する空間を特徴空間とし、この特徴空間に1個のクラスに対応する直方体を考え、その直方体の内に含まれる特徴を示す画素は、すべてそのクラスに属するとして分類する手法である。

今回は各バンドデータをCRT上へ出力し、現地調査結果及びSoil Salinity Distribution Mapを参考に各バンドのレベル範囲を設定した。これは、対象地域で最も反射の強い地域で、塩類の析出地であると考えられる。今回の設定値は以下の通りである。

| バンド | 設定レベル |
|-----|-----------|
| 4 | 75 ~ 94 |
| 5 | 112 ~ 141 |
| 6 | 88 ~ 115 |
| 7 | 98 ~ 118 |

(2) 植生分類

Ⅲ-2-(6)で記述した通り、植生の密度を1つの説明変数と考え、3つのランクに分類したデータを使用した。

(3) 主成分分析による強い反射エリア抽出

第1主成分が、データの明るさを代表していることを利用し、土壌水分解析における乾燥地域を抽出した。この中には塩類集積部の他、裸地、水田のストロー等の乾燥し、反射の強くなっている部分が含まれていると考えられる。またこのエリアには(1)で抽出したエリアは除外している。

(4) 標高データより抽出エリアの分類

標高データを利用して(3)で分類した結果を高地と低地に分類した。これは塩類以外の白い部分を、水田地帯と考えられる低地と崩壊等により裸地化した高地部分に分けるためである。ここで問題として、標高データを1Kmメッシュで読み込んでいることにより、細かい地形変化部分の分類精度が悪くなっている。

(5) 標高データより塩類析出対象地区の抽出

標高データを作成する時、地質的に塩類析出対象地区について行ったため、このデータを利用して解析画像を対象地区とそれ以外に分類した。

(6) 解析データの合成

(1)~(5)によりそれぞれ分類した結果を重ね合せ、1つの画像ファイルを作成した。

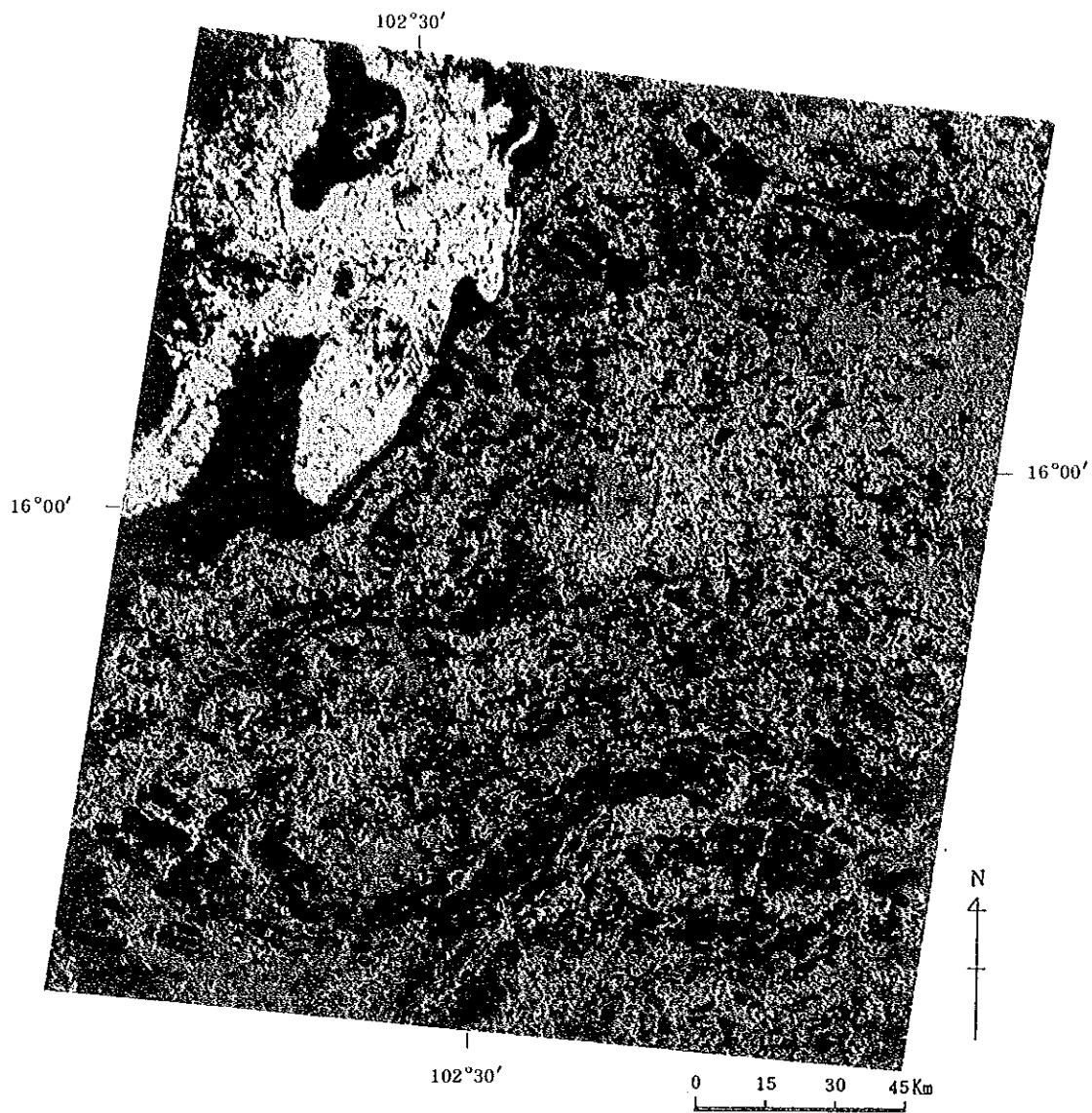
分類項目としては、

- ① 塩類が地表面に集積している地域
- ② 地表面が白く、標高の高い地域(195m以上)
- ③ 地表面が白く、標高の低い地域(195m未満)
- ④ 植生 粗
- ⑤ 植生 中
- ⑥ 植生 密
- ⑦ 湖、池等水部
- ⑧ 対象地域内の未分類地域
- ⑨ 対象地域外

(7) 画像出力










分類項目にそれぞれ色を設定し、画像出力した(画像-8、9)。

ここで分類項目のうち、塩類が地表面に集積している地域については、コンケン南部の塩類集積地にわずかに出現したが、少なすぎて画像表示上周囲の色に影響を受け、出現していないように見えている。よって1/25万解析画像においては、この分類項目を除去している。

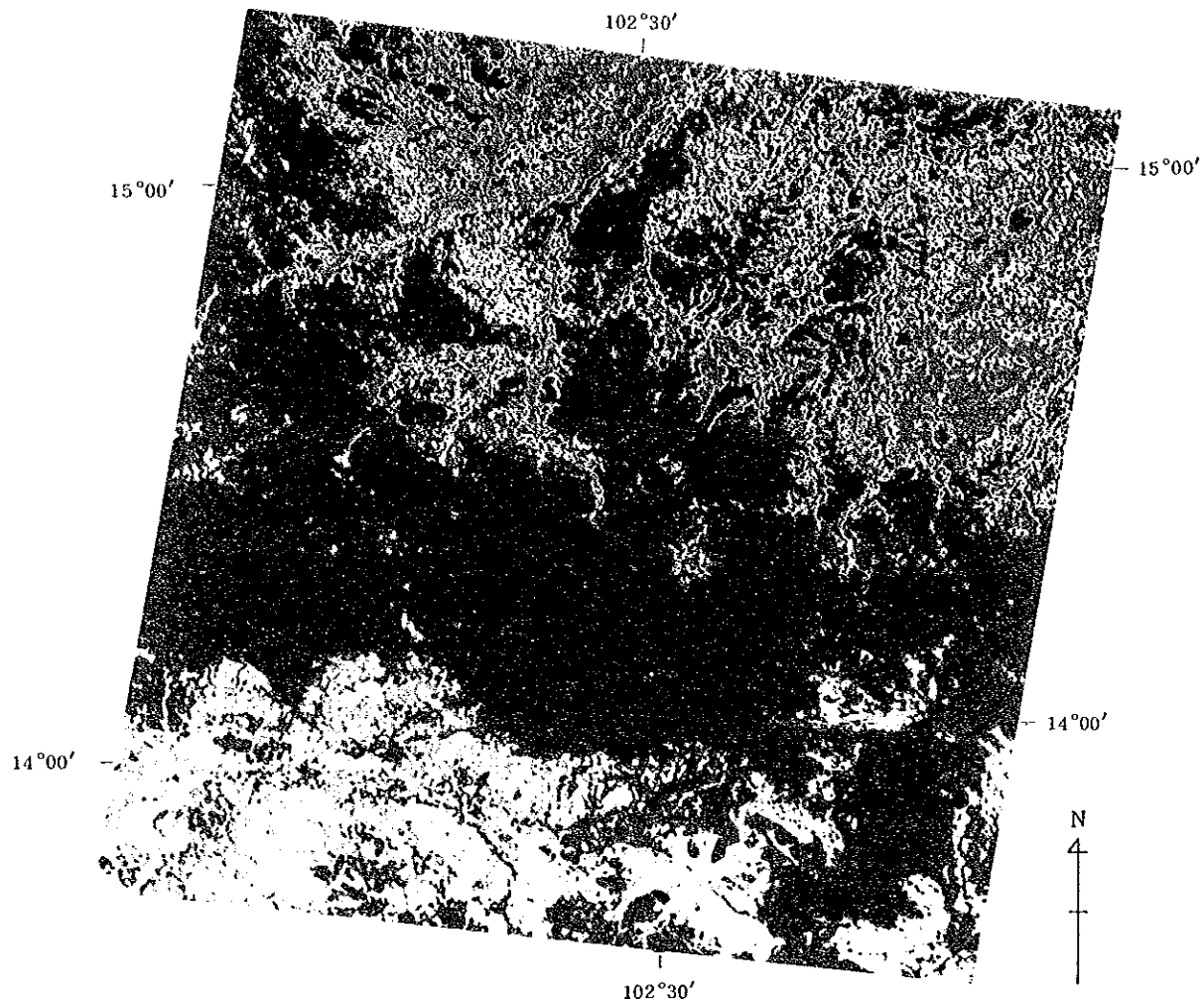


データ取得日：16/Jan/84
 パスワード：128-49
 プラットフォーム：ランドサット4号
 センサ：MSS

凡例

-  水部
-  塩が地表に集中している場所
-  地表が白く標高195m以上の場所
-  地表が白く標高195m未満の場所
-  植生粗
-  植生中
-  植生密
-  その他
-  対象地域外

画像 - 8 塩分集積状況解析画像(1)

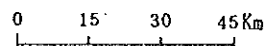


データ取得日：16/Jan/84









パスロー：128-50

プラットフォーム：ランドサット4号

センサー：MSS



凡例

-  水部
-  塩が地表に集中している場所
-  地表が白く標高195m以上の場所
-  地表が白く標高195m未満の場所
-  植生粗
-  植生中
-  植生密
-  その他
- 対象外地域

画像 - 9 塩分集析状況解析画像(2)

4. ランドサット画像を用いた地形分類判読

ランドサットMSS画像（Band 4 = Blue、Band 5 = Green、Band 7 = Red の合成）1/25万を用い視覚判読による地形分類を試みた。分類の判読基準を表-6に示す。

表-6 地形分類判読基準

| 地形 | 基準 | |
|-------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------|
| | 色調 | 形態等 |
| ① 谷底および自然堤防 | 暗赤色、部分的に紺 | 細長い樹枝状で、細い蛇行が見られる。水系に沿う。 |
| ② 沼沢地 | 暗緑褐色 | 形は不規則。一般に河川の近傍に見られる。 |
| ③ 沖積低地 | 暗緑色~明緑褐色、灰褐色~みず色、部分的に白または青 | 河川の周囲を取り囲むように幅広く分布し、またそこから樹枝状に出た部分 |
| ④ 低位段丘 | ②より薄い暗緑褐色、赤褐色等が不規則に散在 | ①よりも細く短い。沖積低地の周囲あるいは中に部分的に分布する。植生はあったりなかったり旧河道の跡が見られることがある。 |
| ⑤ 高位段丘 | 灰褐色、灰赤褐色、赤褐色等が不規則に散在 | 不規則に左記の色が散在。河川や沖積低地の周囲に広く分布し、沖積低地により、虫くい状に縁どられている。 |
| ⑥ 丘陵および山麓斜面 | 暗赤褐色、霧状コンケン南方は白い斑紋が密に入る灰赤褐色 | 多くは高位段丘に隣接あるいはその中に孤立した島状に分布。山地の周囲にも帯状に分布、多くは、黄白色の裸地状の模様が見られる。 |
| ⑦ 台地 | 赤色 緑褐色の斑紋 | 比較的まとまって大きな分布域を持つ。 |
| ⑧ 山地 | 鮮紅色、赤、暗赤色 | 細かい"しわ"が放射状あるいは列状に入る。広くまとまって分布。河川の最上流部。 |

上記判読基準に従って判読した結果を図-14に示す。

調査地域における地形は、主に沖積低地と高位段丘によって特徴づけられている。調査地北部には、チー川、南部にムーン川が流れ、それらを包み込むように沖積低地が分布する。広範囲にわたって高度差が少ないため、河川の流れは緩やかで細い蛇行が見られる。主流の水系はムーン川の方が、はっきりと植生で縁どられており、沖積低地全体もムーン川流域の方が暗色であることから、チー川流域に比べて湿潤であると推察される。

沼沢地もムーン川沿いに偏っている。

沖積低地はさらに高位段丘に虫食い状に入り込んでいる。このような所では乾期の画像では水系が不明確であっても、雨期にはかなり高い湿潤条件になり、時に地表まで冠水することが予測される。

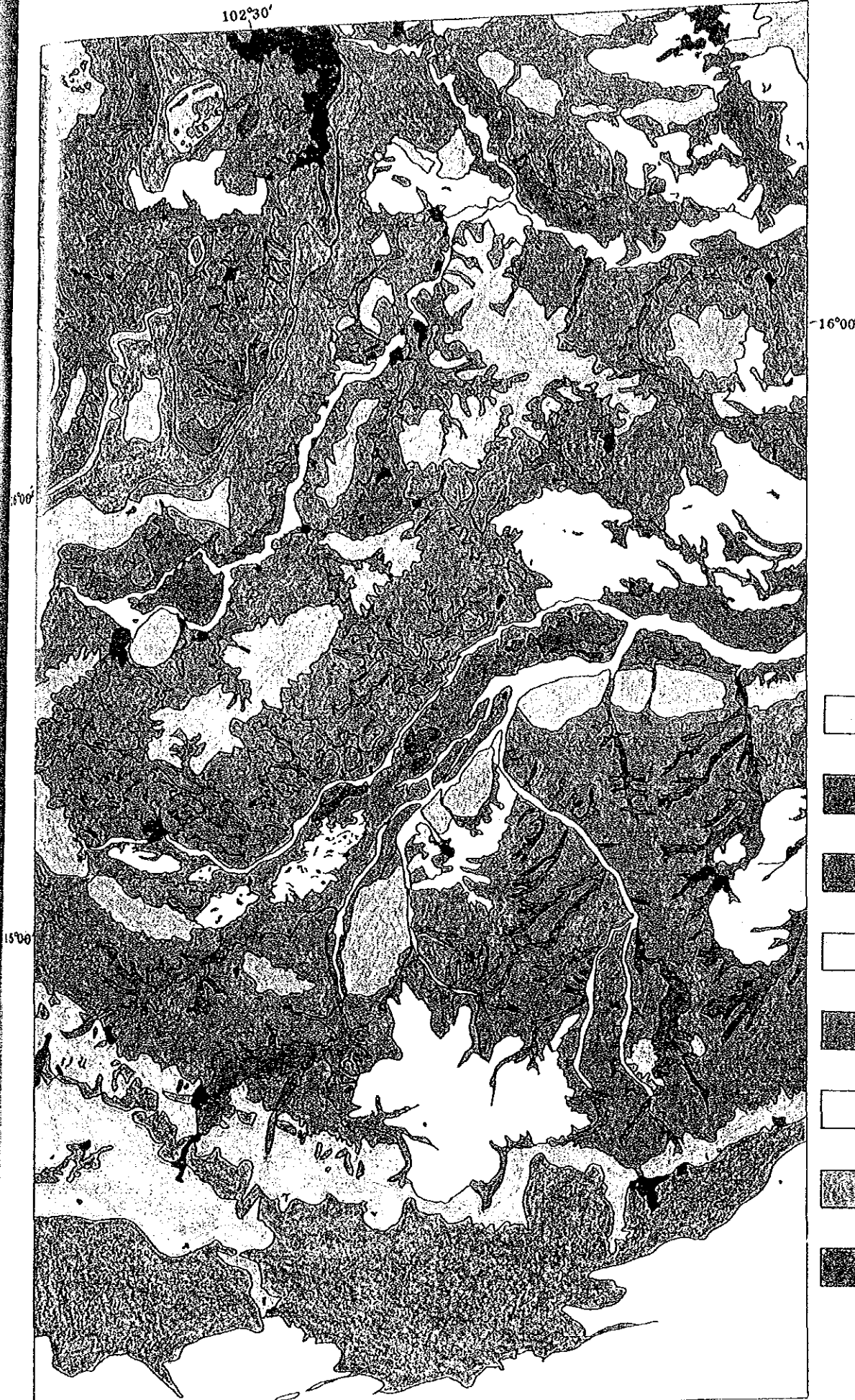
低地段丘も比較的湿潤な土地であるが、やや河道から離れて分布することが多い。列状に分布し植生が見られるが、これは古い自然堤防上に生育しているものと考えられる。すなわち、かつては沖積低地であった土地が、河道の移動、あるいは低下に伴って低位段丘化したと推察される。以上の低地の土地利用は、水田が主体であるが、比較的高い所は畑作物が栽培される。









高位段丘は当調査地域で最も広く分布しており、沖積低地により細かく切り込まれている。タイ農業省、D.L.D.作成の土壤図(1/10万)によれば、高位段丘は古沖積面にあたりチー川とムーン川の河床の低下により、相対的に高地化したものと考えられる。両河床の間の高位段丘は丘陵地とともに分水界を成しているが、沖積低地が伸びて両流域がつながり、境界が不明瞭な部分も見られる。

丘陵地あるいは、山麓斜面は、土地利用面から見ると森林から畑地への中間的な位置にある。比較的新しい時期に開墾されたと考えられ、土地の傾斜が大きいこと、土壤が砂質であること等も手伝って、土壤侵食を受けている土地が多い。特にコンケン南方から南西方向に分布する丘陵地は、明灰褐色の無植生地が密に分布しており、激しい侵食状況が認められる。

台地に区分した土地は、当調査地域内では1ヶ所である。ブノングムレク山脈の北側に位置し、第三紀の玄武岩質の溶岩台地であり、地質的に同質の丘陵が東西に点在している。植生が貧弱で部分的に赤色系の土壤が露出し、活発な畑地利用はされていない。この土壤は、熱帯の古い地形面に見られるオキシソルに分類されるもので、D.L.D (Department of Land Development)の土壤図(1/50万)によれば Soil TaxonomyのHaplustoxと定義されている。

当地域を取り囲むように西～南に分布する山地は前述の通り、中生層の砂岩、頁岩、礫岩等からなり、典型的な組織地形を呈している。チャイヤバムのエッジ状の山陵は、傾斜した背斜山陵が侵食により削られた跡であり、ブノングムレク山脈は、東西に伸びる急崖を持ち北に緩斜するクスタ地形である。また横断方向に多数の侵食が入り、分断されている。



-  Valley bottoms and natural levees
-  Marsh lands
-  Alluvial lowlands
-  Low terraces
-  High terraces
-  Plateaus
-  Hilly uplands and mountain foothills
-  Mountains

102°30'
 图 - 14 地形分類判読図

表 - 7

| ITEM | Geology | Soil Type | Soil Moistur Level | Vegetation Den- sity Level | Land Use (including Plans) |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Valley Bottoms & Natural Levves | o Alluvium, eluvium, valley-fill and river gravel (Quaternary to Recent) | Alluvial Soils, Hydromorphic Alluvial Soils, Low Humic Gley Soils | Wet | High | o Paddy fields o Woods o Areas for field crop |
| Marsh Lands | o Alluvium, eluvium, valley fill and river gravel | Low Humic Gley Soils, Solonchak | Wet (marshy) | Low | o Paddy fields o Swamps |
| Alluvial Low Lands | o Alluvium, eluvium, valley fill and river gravel Calory the Chi & the Mune) o Salt and Khaok Kruat Formation (cretaceous) | Hydromorphic Alluvial Soils, Low Humic Gley Soils, Gray Podzolic Soils, Red Yellow Podzolic Soils, Noncalcalc Brown Soils, Solonchak, Solonetz, Solanchoc Soils | Along the Mune Wet - Medium Along the Chi Medium - dry (except irrigated area) | Low | o Paddy fields (irrigated Agr.) o Areas for field crop (Soil tex. is sandy) |
| Low Terraces | o Alluvium, eluvium, valley fill and river gravel o Salt and Khok Kruat Formation | Hydromorphic Alluvial Soils, Low Humic Gley Soils, Gray Podzolic Soils | Along the Mune Wet (partially Marshy) Along the Chi Medium - dry | Low - Middle | o Paddy fields (rainfed Agr.) |
| High Terraces | o Salt and Khaok Kruat Formation o Phu Kradung Formation (Jurassic and Triassic) West of Khon Kare Chaiyaphum | Gray Podzolic Soils, Red Yellow Podzolic Soils, Red Brown Earth, Regosolic Soils, Red Yellow Latosols, | Wet - Medium | Middle | o Paddy fields o Areas for field crop (Soil tex. is sandy) o Pastures o Partially, not suitable for Agr. |
| Hilly Uplands & Mountainfoot Slopes | o Salt and Khok Kruat Formation o Phu Phan and Phra Wihan Formation (Jurassic) upper site | Gray Podzolic Soils, Red Yellow Podzolic Soils, Red Brown Earth, Regosolic Soils, Red Yellow Latosols, (top of hills) Reddish Brown Lateritic Soils | Wet - Medium (eroded areas are dry) | Middle - High (eroded areas are low) | o Areas for field crop o Shifting cultivation o Pastures o Forest o Not suitable for Agr. (=eroded area) |
| Plateaus | o Basalt and its equivalent (Tertiary) | Reddish Brown Lateritic Soils | Medium | High | o Forest |
| Mountains | o Phu Phan and Phra Wihan Formation | Slope Complex Soils, Gray Podzolic Soils, Red Yellow Podzolic Soils, Regosols | (indistinguishable by vegeta- tion) | High | o Forest |

V 塩類析出地と環境要因

東北タイにおける塩類析出について資料および現地調査、そして専門家の意見等から環境要因を考えた。

1. 地 形

地形分類図と、ランドサット画像および Soil Salinity Distribution Map によると沖積低地、低位段丘に析出し、特にやや高い地形面の周囲に析出し易い。

チー川とムーン川の間の段丘～丘陵地帯の周囲に多い。特にムーン側の高位段丘に囲まれた沖積低地で、ペチャブン山脈寄りに多い。

また高谷(1974)によればこの地域は次のように、まとめられている。

① 強塩性低地

塩の皮薄が顕著で、コラート平原の西縁に沿う高地周囲の谷に見られる。

② 中塩性低地

塩の皮薄はそれ程顕著ではない。多くの浅い谷がこれに当たる。

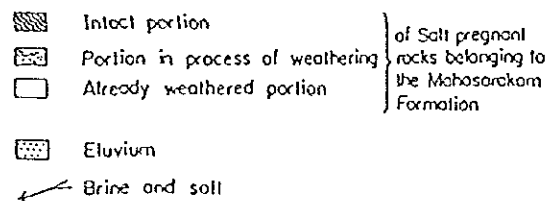
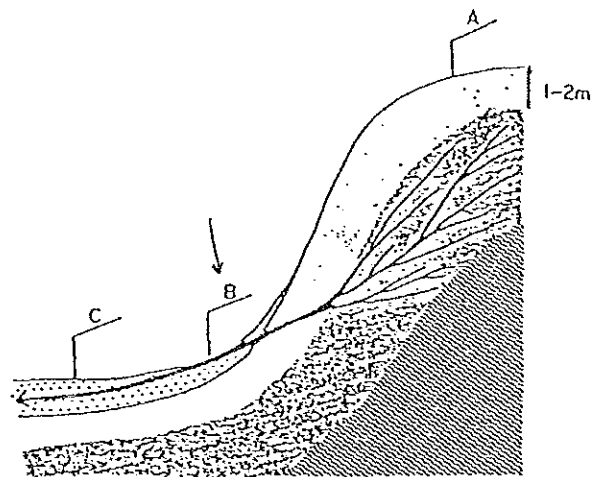
③ 低塩性低地

可視現象はまれにあるが、地下水には塩類が含まれる。

④ 高地(塩類を含む岩盤上にある)

植生に被われており、溶脱を受けた1m程度の土層が堆積する。

⑤ ミクロ的には、地形のわずかな凹地(水がたまり易い)に析出する。



塩類析出のメカニズム(1974 高谷)

2. 地 質

地質的な要因としてはマハサラカム層中の岩塩層と塩類を含む堆積岩層が考えられている。岩塩は1950年代にボーリングにより確認されたが、深さ数10mの位置にあるため、ここから塩が上昇してくる可能性は低いと考えられる。それよりも、第3紀初頭

のコラートグループに属する砂岩、頁岩、塩類を含むマハサラカム層が地形的に高い位置にあり、その上部が風化され、そこに含まれていた塩類が地下水中に溶出し、高地の周囲で地下水が浅くなる位置に析出していると考えられている。

このマハサラカム層の分布は、高谷(1974)によれば段丘～丘陵の位置にほぼ一致し、塩類析出地はその周囲に分布している。

また現地報告によれば、かんがい用ダムをこの地域に作った場合(下流側の地下水が上がり)塩が見られなかった場所に塩の析出が確認されていることから地下水が大きな影響を与えていることがわかる。

3. 土 壤

東北タイは一般に砂質であり、沖積低地～低位段丘に多く見られる形態的特徴は図-15である。図の砂質層は、透水性が良く塩分を含んだ地下水を通し易い。このため乾季には地表面での蒸発散により塩の集積、析出があり雨季では流出あるいは下層に降下、分散する。

高位段丘など地形的にやや高い所では、砂質土壌であっても、地下水位が低い場合土壌水の毛管が途中で切れ、塩水が上昇してこないと考えられている。

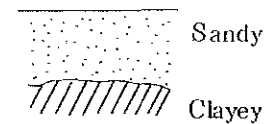


図-15

4. 植 生

塩類析出地は主に水田地域に分布するため、植生は貧弱である。

一般の植物は生育困難であるが、塩性植物(ナムデン、ナムプロム等)が灌木状に分布し、析出地周囲の一般植生も貧弱である。特にコンケン南北の丘陵からコラート高原にかけての微高地・丘陵地は、土壌侵食等による裸地化が進んでいる。

ムーン川上流の塩類集積地の周囲は例外的に被われている。

5. 気 象

P.4の気候の項で記述している通り、降水時期の偏りが強く、雨季には塩類が流出し、乾季には蒸発散により地下水をすい上げ、塩類の析出、集積が起こる。

6. 水 系

1/25万地形図より水系を抜き出し、Soil Salinity Distribution Mapから、ランク1、ランク2の部分に移写した図面を作成した。図-16

ここでランク1は50%以上、ランク2は10~50%の塩類被覆を示している。

図より、ムーン川流域、特に左岸地域に分布が偏っている。これは丘陵地をはさんで隣合ったチー川と比べると標高が低く、塩分を含んだ地下水がムーン川側に集まり易かったためと考えられる。また塩の左岸域への偏りから両河川の間丘陵、段丘地帯が塩類の起源だと考えられる。

水系の形状にみられる特徴として、①扇形に集水する地域に高濃度地域が多い。(ムーン川上流など)、②河川の合流点よりもやや上流側に塩類集積地が分布する傾向にある。

画像上で認められる塩類集積地は、比較的乾燥し易い地域(チー川、ムーン川上流域など)にみられる。

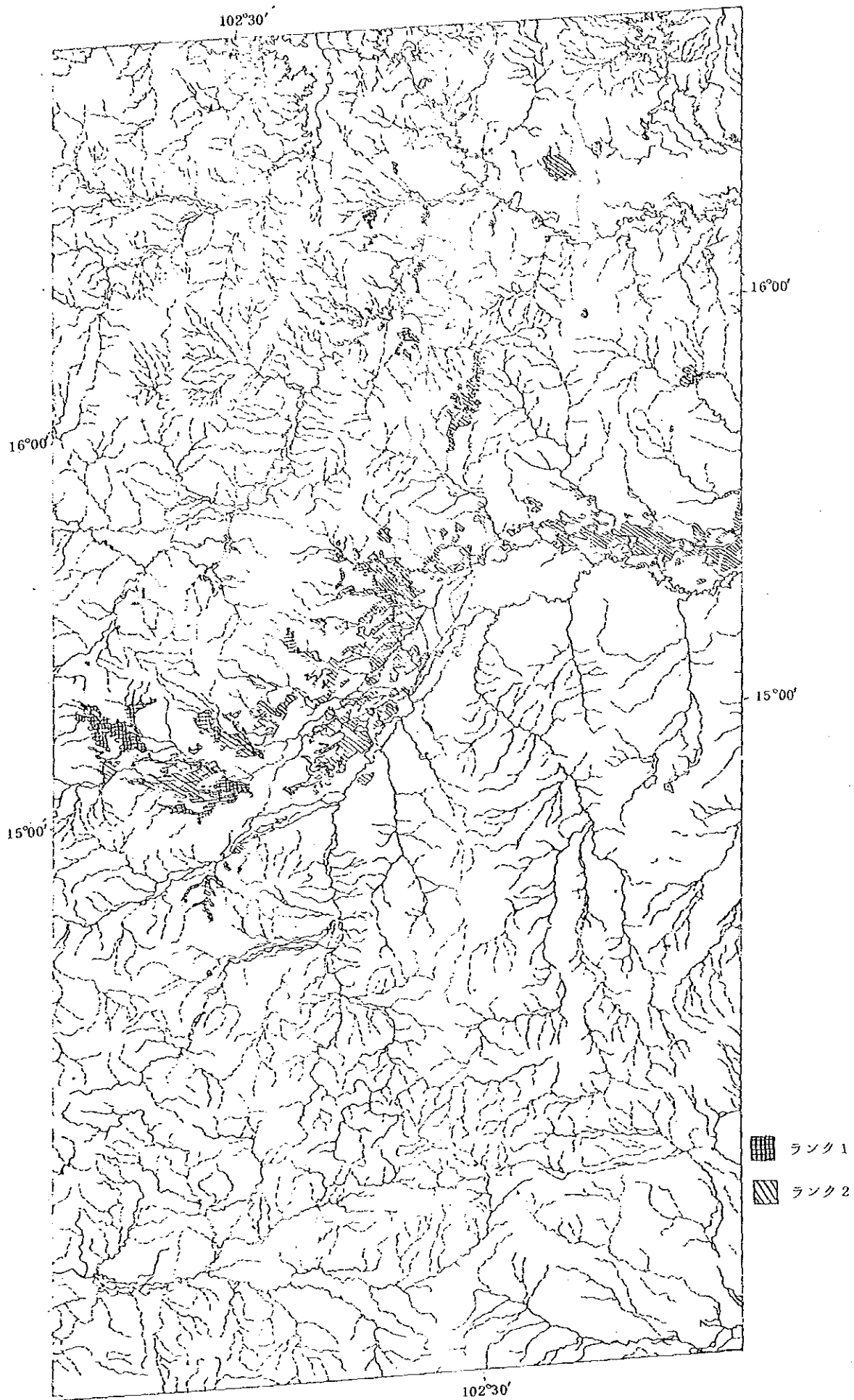


図-16 水系図+塩類析出地

VI ランドサットデータの有効性の検討

ランドサットは、広範囲を同時に、かつ面としてとらえることができる。また航空写真に比べて安くデータを取得できる利点がある。ランドサットデータの特徴をふまえて利用すれば、今回の目的に有効に利用できると考えられる。まず、今回のランドサット画像解析について問題点をあげ、それについて検討を行った。

問題点は以下の通りである。

1. 塩の集積地と、ストローでおおわれた水田および耕作または土壌侵食により裸地化している砂質の土地の反射が似ていることにより、分類が困難である。
2. Soil Salinity Distribution Mapの分類ランクほど細かく分類できない。これは、ランクの低い所には植生があるため、植生の反射をとらえていることによる。
3. 2に含まれていることであるが、塩類析出のない地域をランドサットデータだけでは分離できない。
4. 水田において、塩を含んだ水田とそうでないものの分離はストローに妨害されて不可能である。
5. タイ国の地表状況を考えた場合、日本と同じく土地利用等が細かいため、ランドサットMSSの解像力(80m四方)では、粗すぎると考えられる。そのため1画素のデータには、裸地、植生あるいは塩が混合した反射量が含まれていると考えられる。

この問題点が解決されれば、塩害のモニタリングに大いに役立つと考えられ、以下に問題点について対処方法を述べる。

まず、1については、塩、稲、裸地のそれぞれの特徴を理解し、対応策を考える。塩：一雨で析出部分が移動する。稲：季節により生長し、変化している。裸地：変化なし。

このため、塩と稲の分離は、9月末頃の刈り取り前のデータを解析することにより可能である。塩と裸地は、3月頃の乾季のデータと重ね合わせて解決することで可能であると考えられる。

2, 3については、既存データ(地質、土壌、標高等)をランドサットデータと重ね合せ、条件設定を行った解析をすることで可能であろう。この時の分類ランクは、被覆50%以下の塩類析出地に関しては、植生等を説明変数として解析したものをランク付けする必要があり、Soil Salinity Distribution Mapのランク分けとは異なった表示になるであろう。

4については、塩の析出、あるいは塩を含んだ田に特有の草は、Strowにより隠され、分離不可能であろう。

5については、近い将来、解像力(30m四方)の高いTM(Thematic Mapper)を受

信することにより解決されるであろう。

以上を考慮し、ランドサットデータを取り扱うことにより、塩の新しく出現しているエリア、あるいは裸地下の進んでいる場所を見つける手段として有効であろう。

VII 今後の研究に対する提言

ランドサット等衛星データの利用は、東北タイのように年々塩害、裸地化が進む広い地域の監視に適していると考えられる。この利用方法としては、アナログ的利用と、今回のようなデジタル的利用があげられる。アナログ的利用とは、画像判読者のために、わかりやすい画像を作成することをさし、デジタル的利用は、データを数値として解析処理することをさしている。この画像作成は、目的に沿った出力方法が各種開発されているので、ここでは、デジタル解析について述べる。

今回ランドサット画像の他に標高データを作成し、画像に重ね合せ、解析の一部に使用したわけであるが、VIで述べたことも考え合わせ、図-17のフローで行うことが望ましいであろう。すなわち、ランドサット画像を解析する前に既存の標高データ、土壌データ、地質データをラスターに変換し、基礎ファイルを作成する。これらに条件設定し、ランドサット画像を重ね合せ解析する。ここで変化部分については、SPOT衛星データ(解像力10m or 20m)により細部調査することも考えられる。

こうした表面的な塩類析出地域の把握に加え、以下の現地調査を行うことで、より立体的な塩類状況を把握できると考えられる。

低地に出現する塩類の多くは丘陵地に分布するマハサラカム層に供給源を持ち、塩類がそこから地下水中に溶出して運搬されて来ると言われている。また低地に集まった塩類は乾季には地表面の蒸発散作用により、毛管水を伝わって地表に集積する。こ

のように塩類の集積は水の動きに大きく関っており、今後は、地下水、土壌水を中心とした陸水の挙動水質を対象に研究を進める必要がある。調査の観点としては、次の事項があげられる。

- ① 地下水の水位、流動、水質
- ② 土壌中の水分分布、水質
- ③ 河川の流出特性、水質

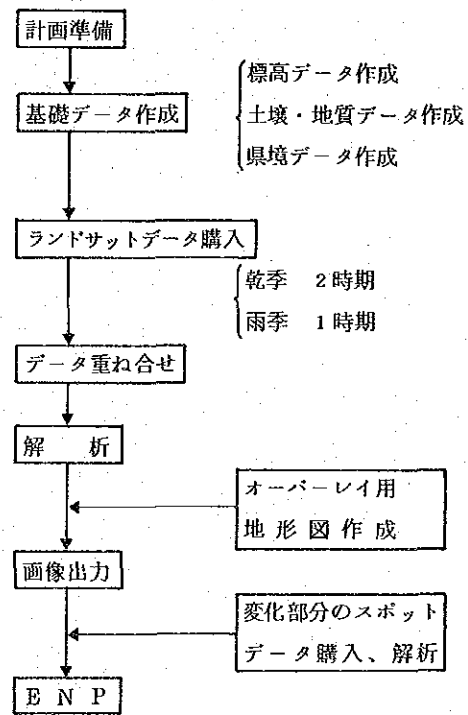


図-17

以上について、通年はもとより、塩類の析出する乾季において地表の塩類析出状況と併せて集中的に観測することにより、塩類集積のメカニズムがより明確になろう。またポーリング等を多数実施して、マハサラカム層の分布が特定されれば、将来的な塩害の可能性の有無を推定することも可能であろう。

参 考 資 料

Donner, W.(1978) The North-East: The Five Faces of Thailand, 547-656, C. Hurst & Company, London

Sinanuwong, S. and Takaya, Y.(1974) Distribution of Saline Soils in the Khorat Basin of Thailand: Southeast Asian Studies, Vol 12, 3, 365-382

Sinanuwong, S. and Takaya, Y.(1974) Saline Soils in Northeast Thailand -Their Possible Origin as Deduced from Field Evidence: Southeast Asian Studies, Vol 12, 1, 105-119

根本正之(1984) 砂漠化する熱帯モンスーン地帯: 科学朝日 4月号、71-74

八島茂夫・井上駿(1982) タイの農地整備見聞記: 熱帯農研集報、42, 5-14

有田 裕(1981) タイ国土壌の一次鉱物: 熱帯農研集報、40, 59

高橋治助(1981) 水稲作におけるタイ国と日本との比較: 熱帯農研集報、40, 48-50

熱帯農業研究センター(1985) 熱帯畑土壌の肥沃度に関する研究・タイ・熱帯農研集報、50

デュショフル, P.著、永塚鎮男・小野有五 訳(1986) 世界土壌生態図鑑、古今書院、東京

用語解説

- ランドサット LANDSAT 地球資源衛星、アメリカ航空宇宙局 (NASA) によって打ち上げられた地球観測用の衛星。1972年に1号が打ち上げられ、現在4号と5号が稼働中である。
- 5号には、従来のMSSの他TM (Thematic Mapper) を搭載している。このTMはMSSに比べ解像力が30mとよくなり(但し、熱バンド120m)、収集波長帯も広くバンド数も7バンドになっている。但し、現在タイ国ではTM用受信設備がないため受信はMSSのみである。
- S P O T フランスが打ち上げた衛星でランドサットに比べ解像力が10mまたは20mと高く、撮影角度をかえてデータ収集することができるため、1/5万程度の地形図を作ることができる。
- ピクセル 画像データを構成する最小単位で、Picture Element、略してピクセル (Pixel) と呼ぶ。
- 分光放射輝度 (Spectral radiance) 微小面からある方向への分光放射強度を、その方向の正射影面積で割った値。
- 分光反射率 ある特定の波長の光を半球の全方向から試料に与えた時、半球の全方向に反射する光の割合をいう。
- C C T Computer Compatible Tape : 電子計算機適合テープ
- C C R S カナダリモートセンシング技術センター
- B I L Band Interleaved by Line の略でCCTのなかのMSS画像データがバンド4のシーンのライン1本のあとバンド5のライン1本の順でバンド7まで順次記録されていることを示す。
- ヒストグラム 横軸に事象を特徴づける量子化した物理量を縦軸に、その観測回数をとった階段状のグラフ。
- 幾何補正 画像データは、各種の幾何学的な歪を有している。これらの歪を修正し、目的とする地図投影図法の座標系に近づける作業をいう。
- 前処理 データ解析に先立ち、放射系補正、幾何学系補正等の工程を前処理という。この処理の精度が本解析の精度を大きく左右する。
- スペクトルメータ 対象物体の分光反射特性を観測する計器。観測した分光反射特性をもとに対象物の性状に関する基礎データが作成される。

リモートセンシング 直接手に触れないで、対象物や現象に関する情報を収集し、対象物現象の識別、分類、判読および分析などをおこなう技術である。

太陽同期 (Sun synchronous) 軌道平面と高度で表わされる衛星軌道で、その衛星の軌跡が地方平均太陽時に対して一定のものをいう。

参 考 文 献

和達 清夫、土屋 清 他 リモートセンシング：朝倉書店

リモートセンシング研究会編 リモートセンシング・ノートー原理と応用：技報堂出版

JICA