

#### 4-4 ASTER 画像判読・解析

##### 4-4-1 判読・解析方法

本節では、処理した各シーン毎に変質帯抽出についての概略を記載する。使用した15シーン及び画像データの詳細についてはTable II-4-3-1を参照されたい。

各シーンの説明には、6種類の処理画像をもとに抽出された変質帯についての特長を中心に記載した。

- ①BGR=147 (フォールスカラー画像) Fig.II-4-4-1-1
- ②BGR=4/5, 4/6, 4/7 (比演算画像) Fig.II-4-4-1-2a
- ③BGR=4/5, 4/6, 4/7 (比演算画像) Fig.II-4-4-1-2b
- ④BGR= Ser, Kao, Aln (変質鉱物同定画像) Fig.II-4-4-1-3
- ⑤BGR= Ser, Goe, Aln (変質鉱物同定画像) Fig.II-4-4-1-4
- ⑥BGR= Chl, Ser, Aln+Kao (変質鉱物同定画像) Fig.II-4-4-1-5
- ⑦BGR= Qtz, Hem, Geo (変質鉱物同定画像) Fig.II-4-4-1-6
- ⑧Alteration zone outlined by ASTER and Landsat TM Fig.II-4-4-1-7
- ⑨Fig.II-4-4-1-8 SiO<sub>2</sub> contents
- ⑩Fig.II-4-4-1-9 Landsat TM false color image (BGR=145)

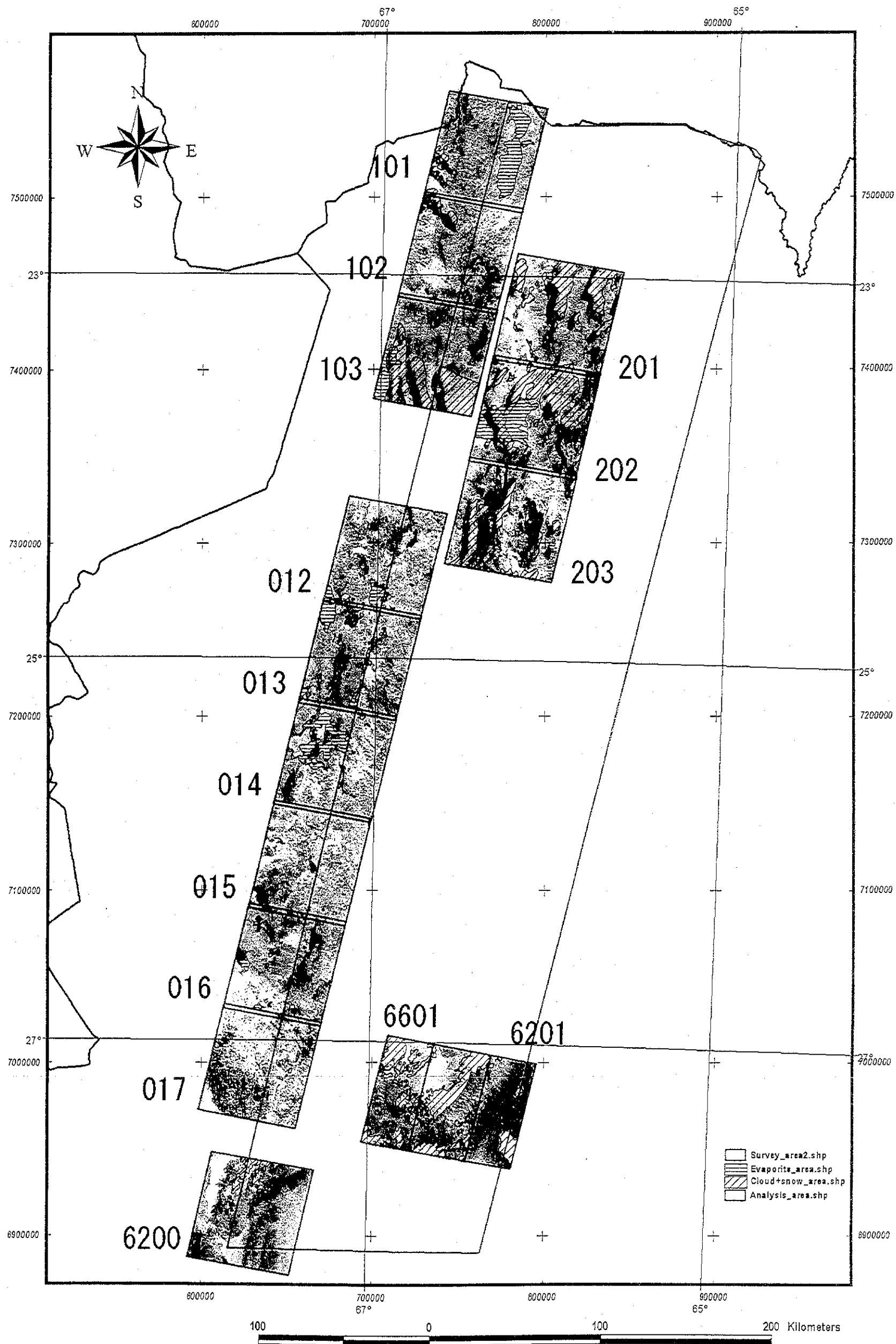


Fig.II-4-4-1-1 BGR=147 (False color image)

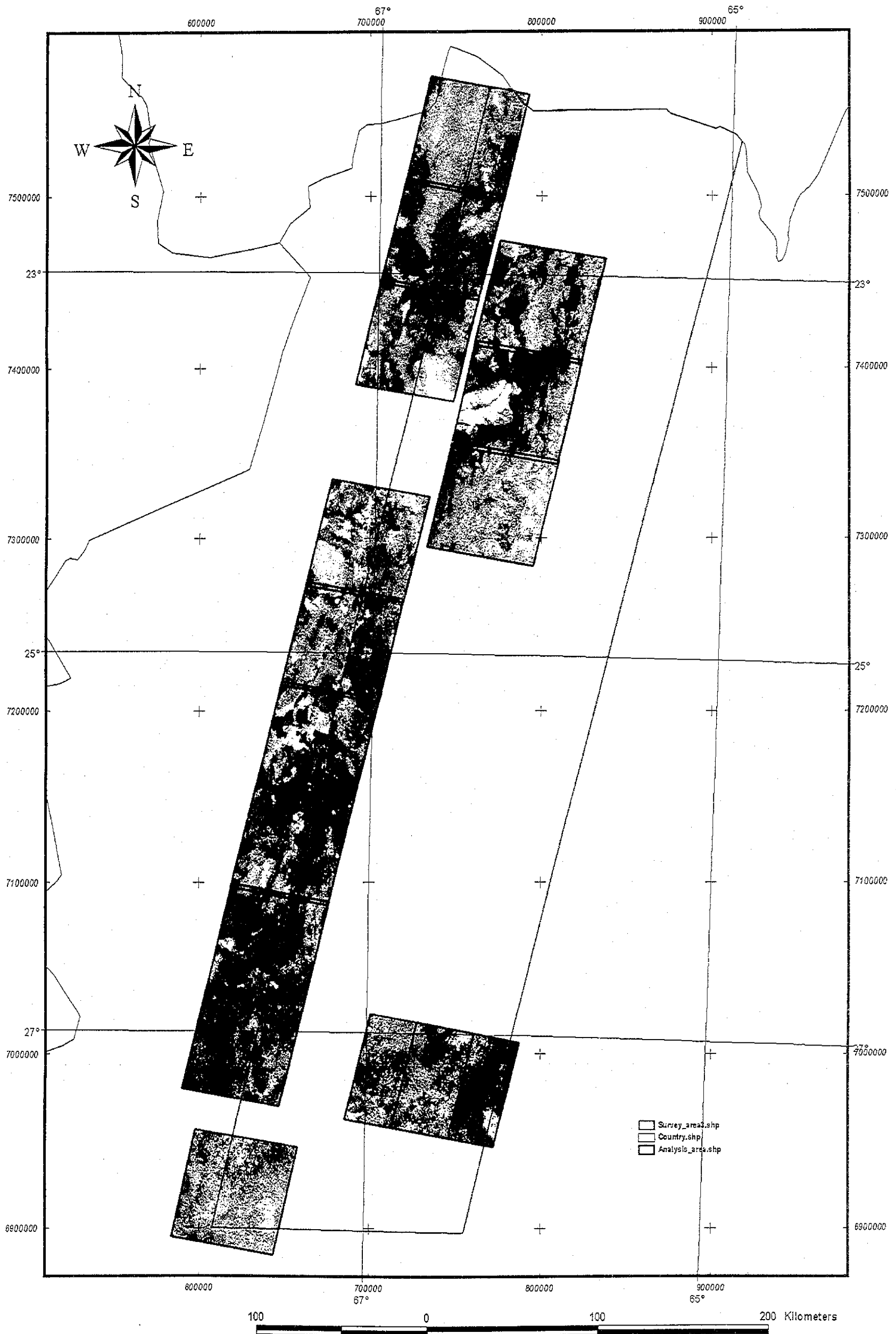


Fig.II-4-4-1-2a BGR=4/5,4/6,4/7 (Ratio image1)

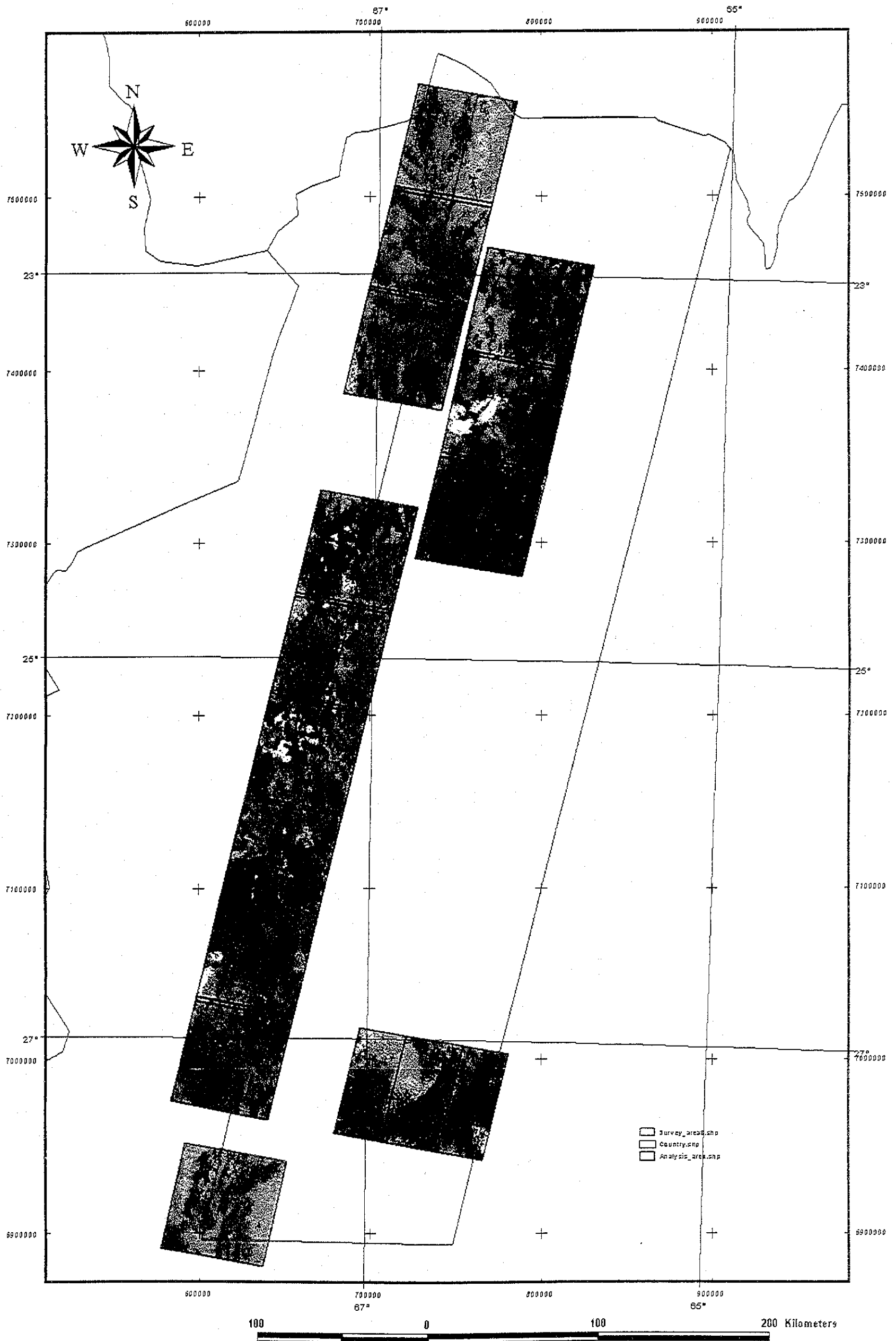


Fig.II-4-4-1-2b BGR=4/5,4/6,4/7 (Ratio\_image2)

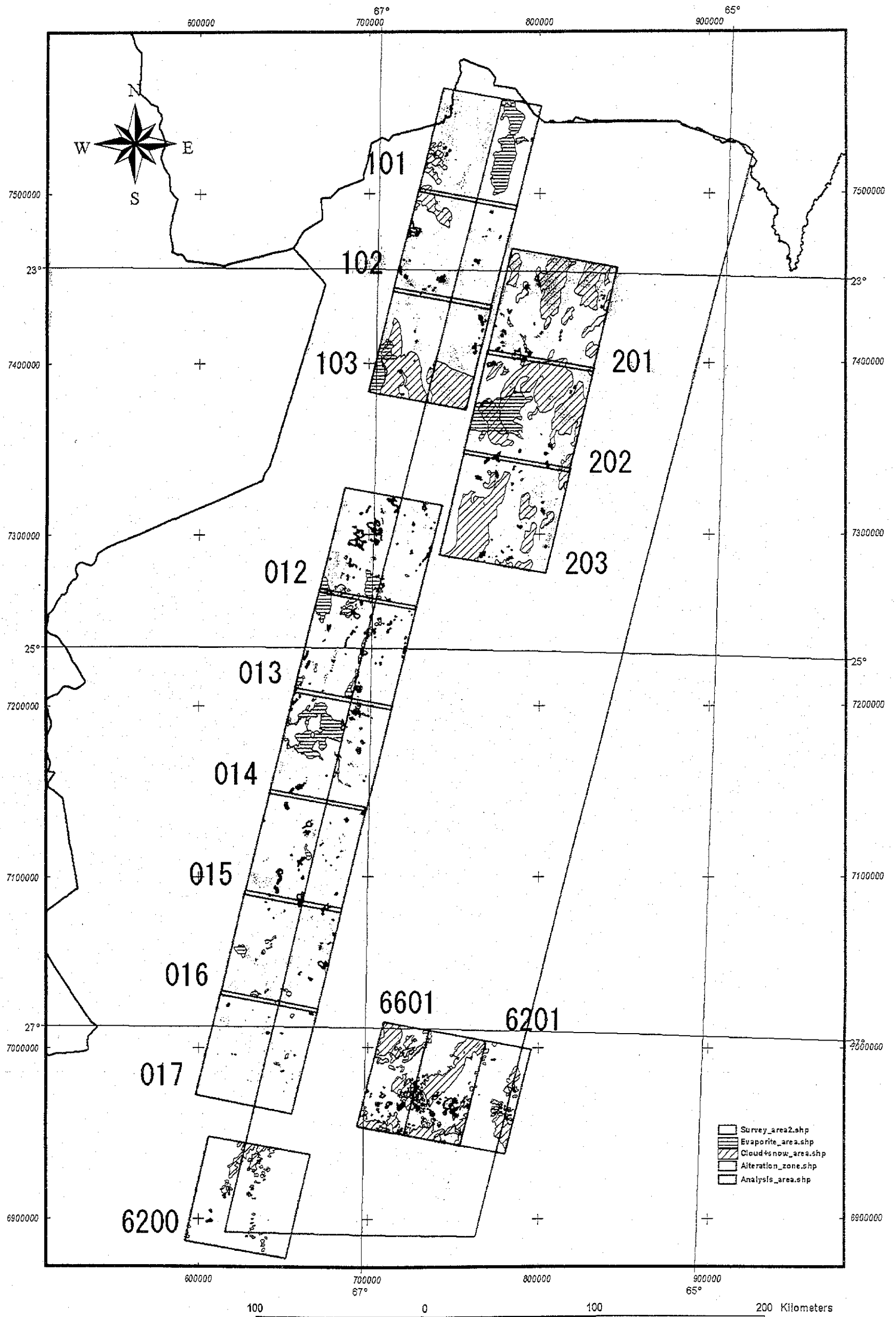


Fig.II-4-4-1-3 BGR= Ser,Kao, Aln (mineral identification)

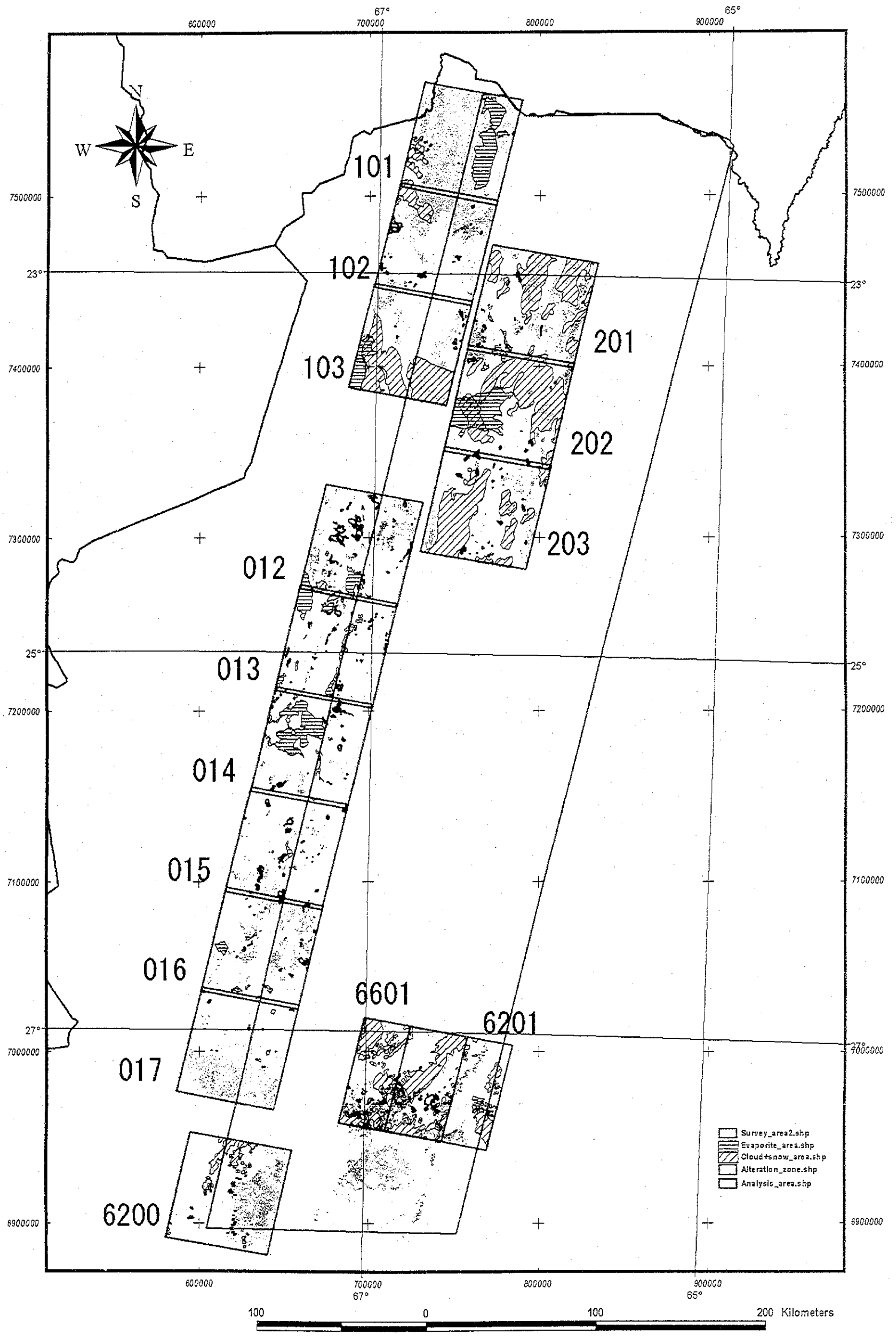


Fig.II-4-4-1-4 BGR= Ser,Goe, Aln (mineral identification)

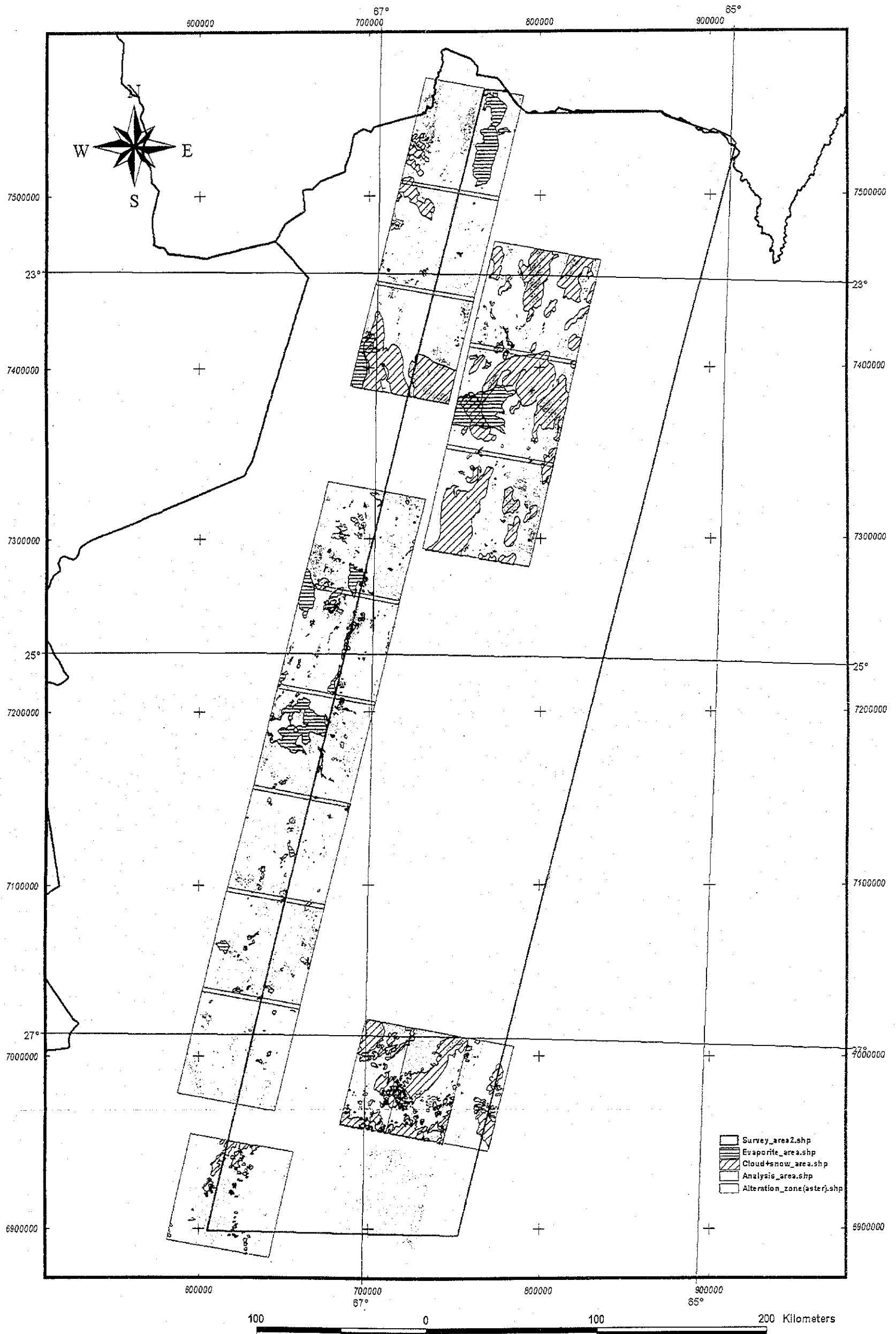


Fig.II-4-4-1-5 BGR= Chl, Ser, Aln+Kao (mineral identification)

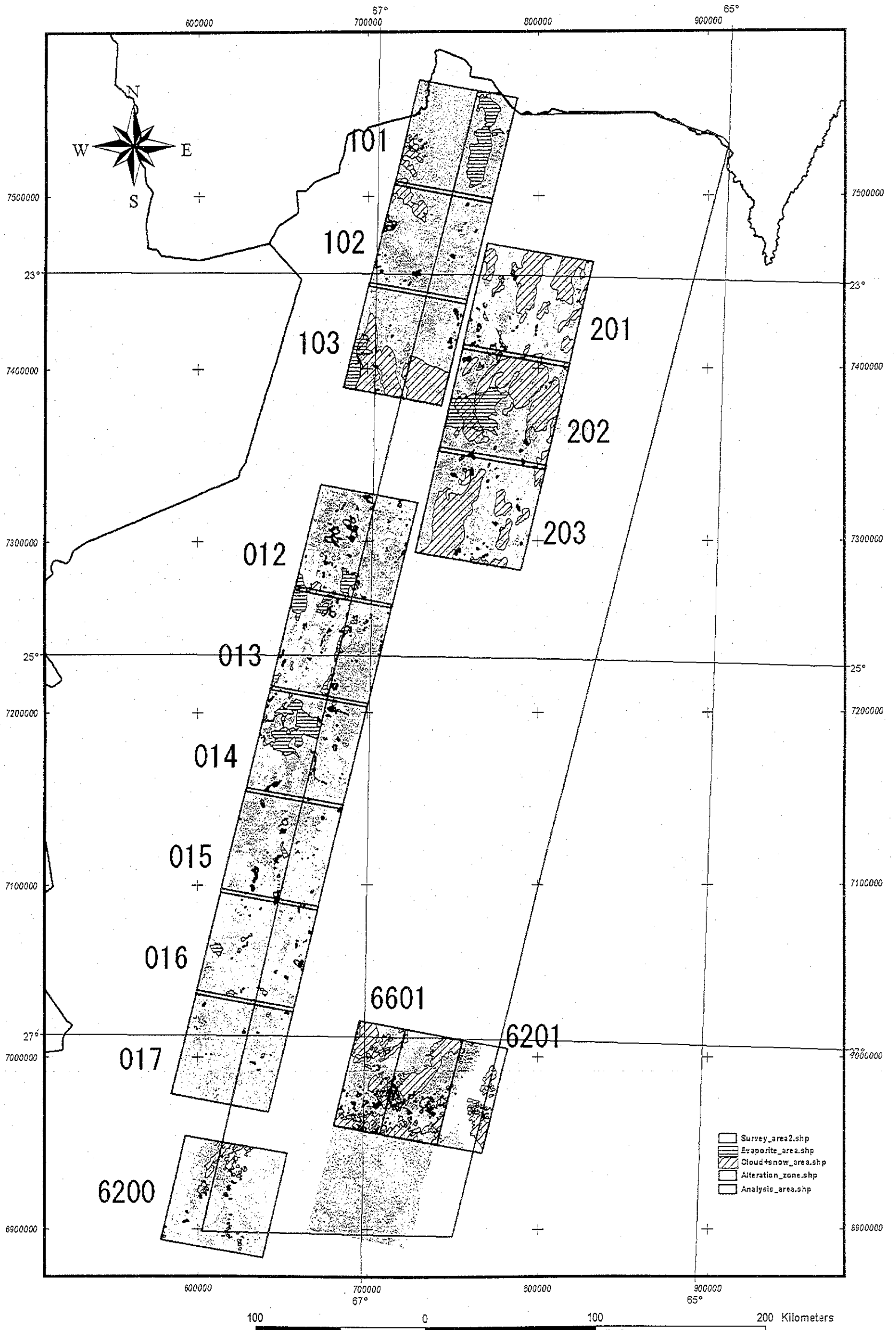


Fig.II-4-4-1-6 BGR= Qtz,Hem,Geo (mineral identification)



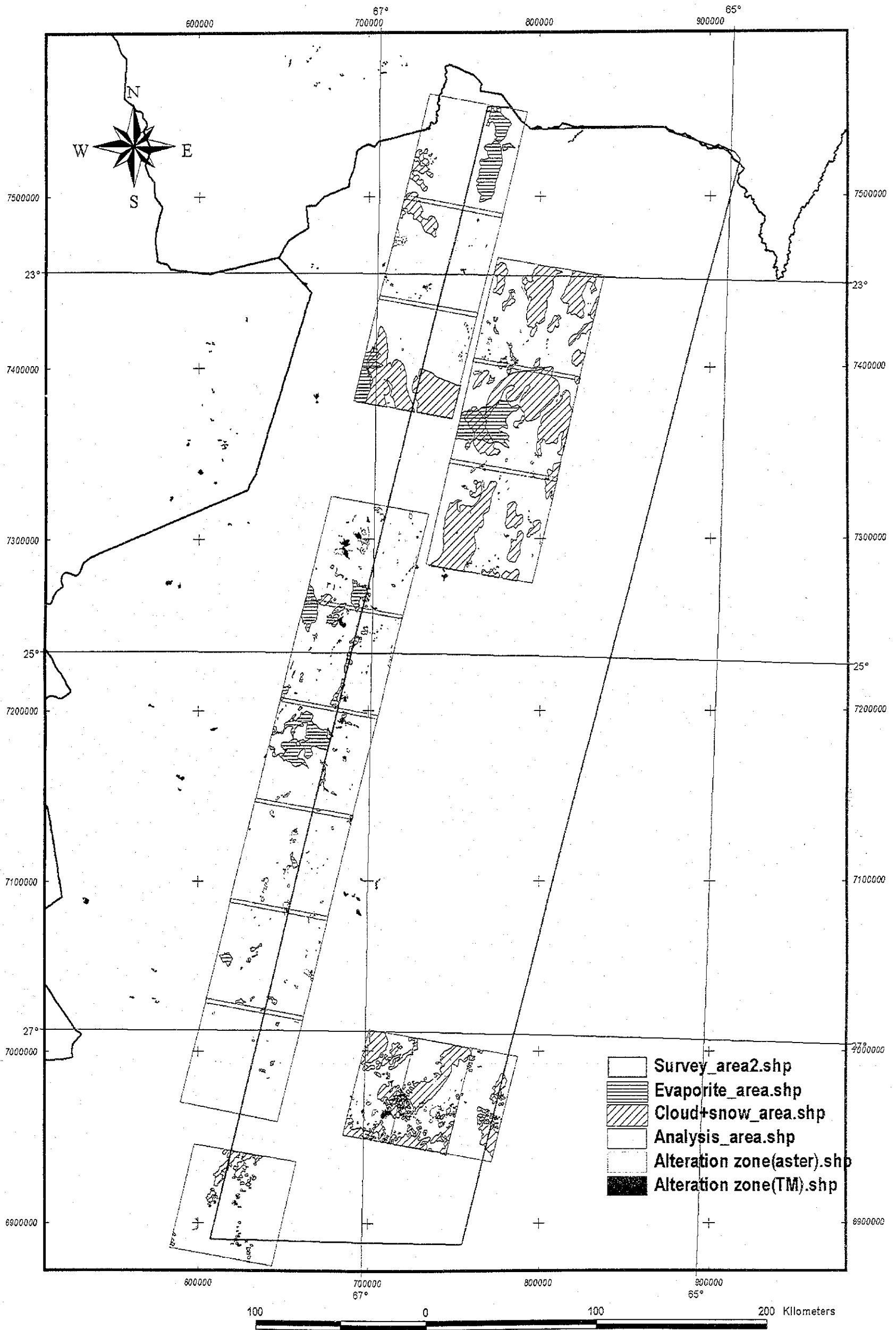


Fig.II-4-4-1-7 Alteration zone outlined by ASTER and Landsat TM

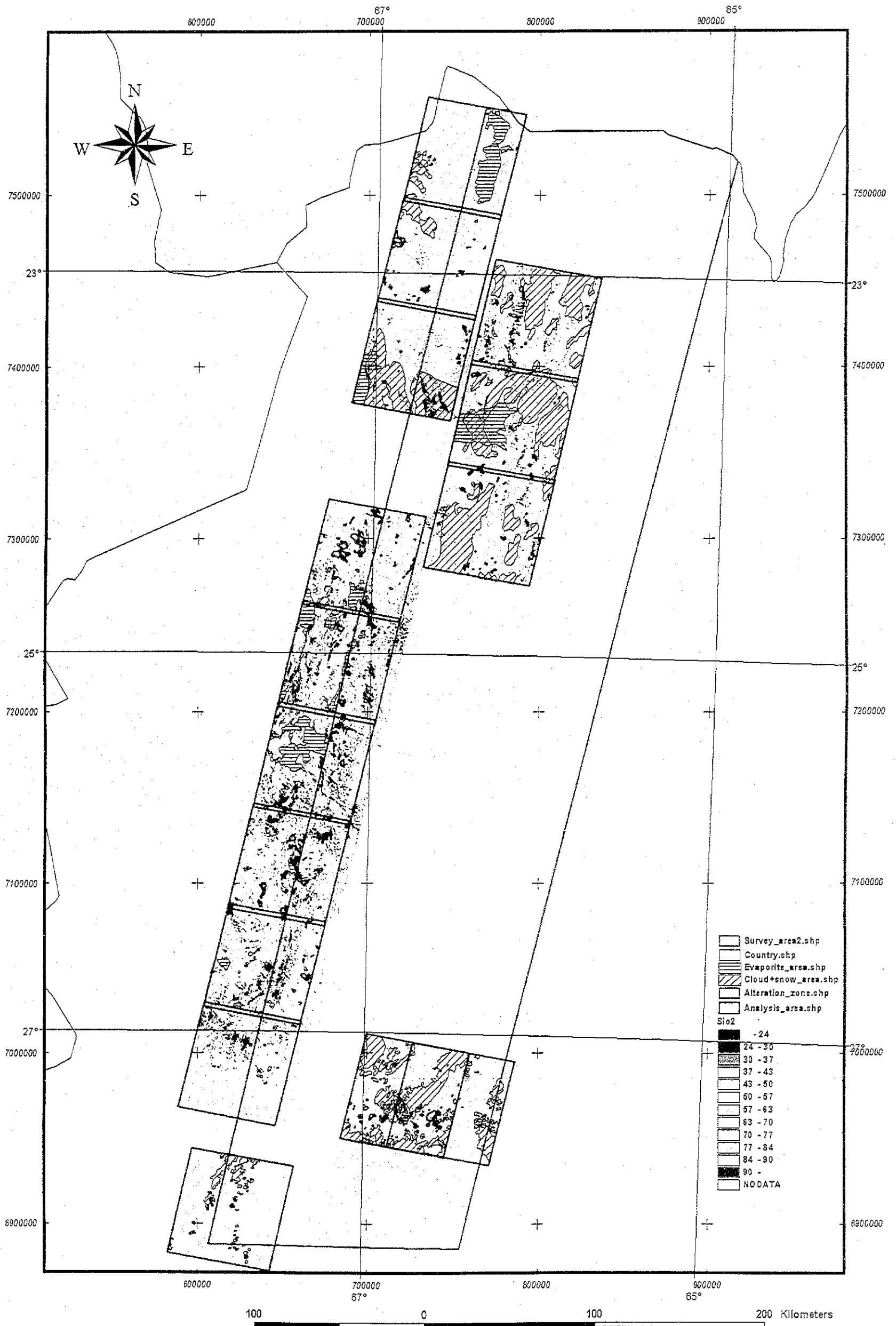


Fig.II-4-4-1-8 SiO<sub>2</sub> contents

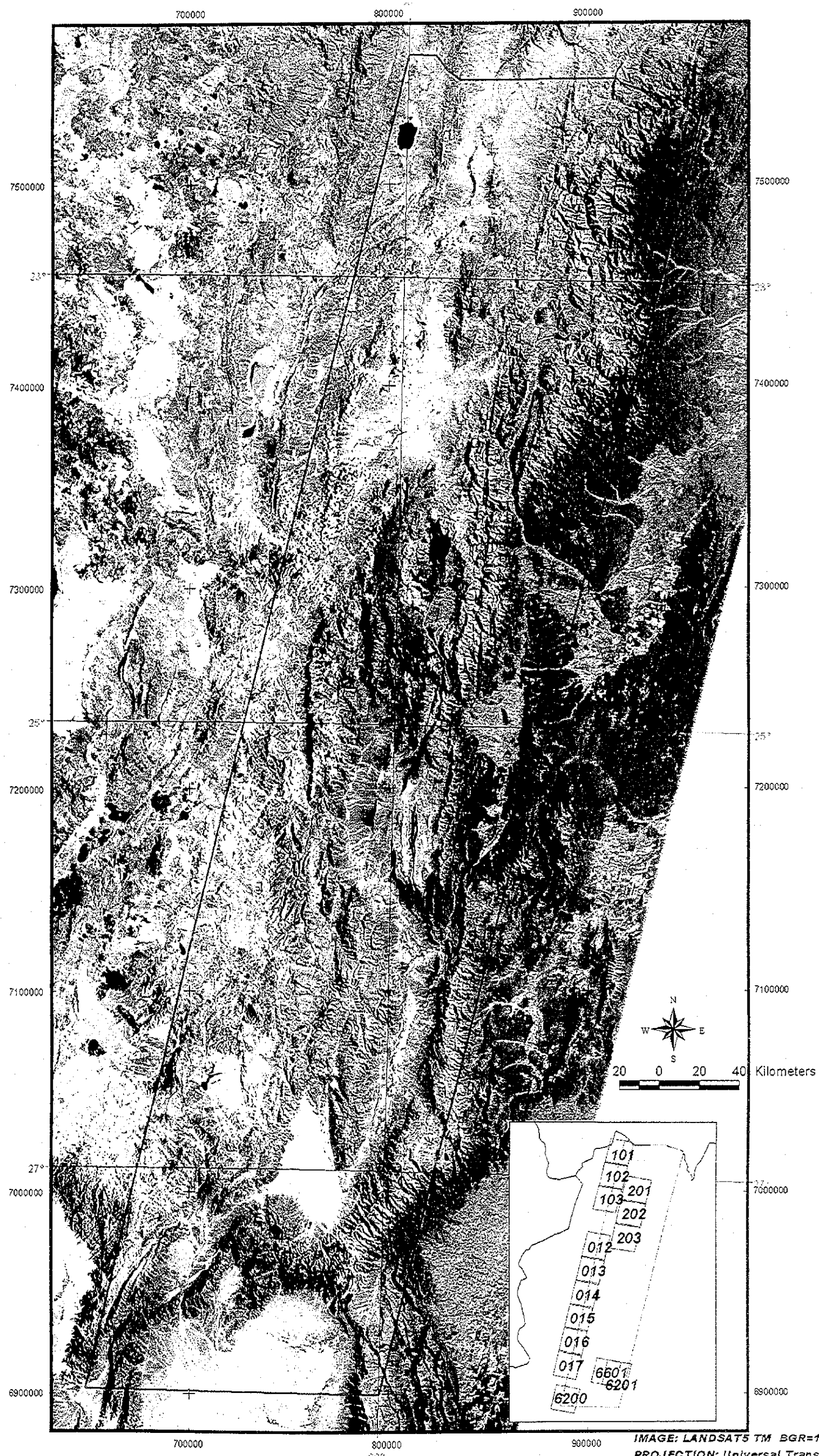


IMAGE: LANDSAT5 TM BGR=145  
 PROJECTION: Universal Transverse Mercator  
 PROJECT: JICA/IMMAJIMEC

Fig.II-4-4-1-9 Landsat TM false color image (BGR=145)

#### 4-4-2 判読結果解析

以下に各シーン毎の変質帯判読結果を記載する。誌面の都合から掲載した画像はBGR=147（フォーカスカラー画像）のみである（全ての画像データは添付のCD-ROMに収録）。また、各シーンの記載では変質鉱物などの名称に以下の略号を使用した。

Aln→Alunite

Kao→Kao

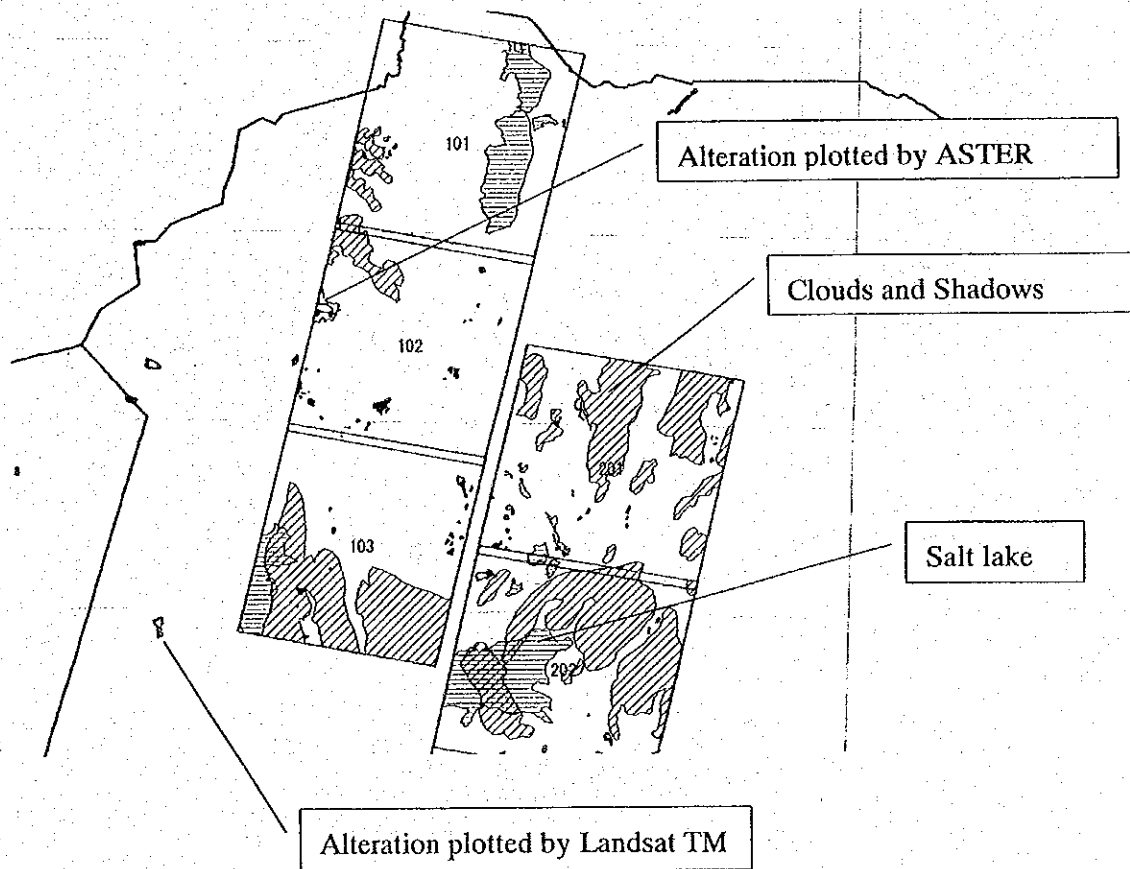
Ser→Sericite

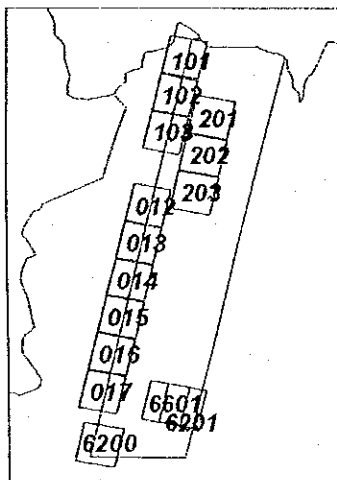
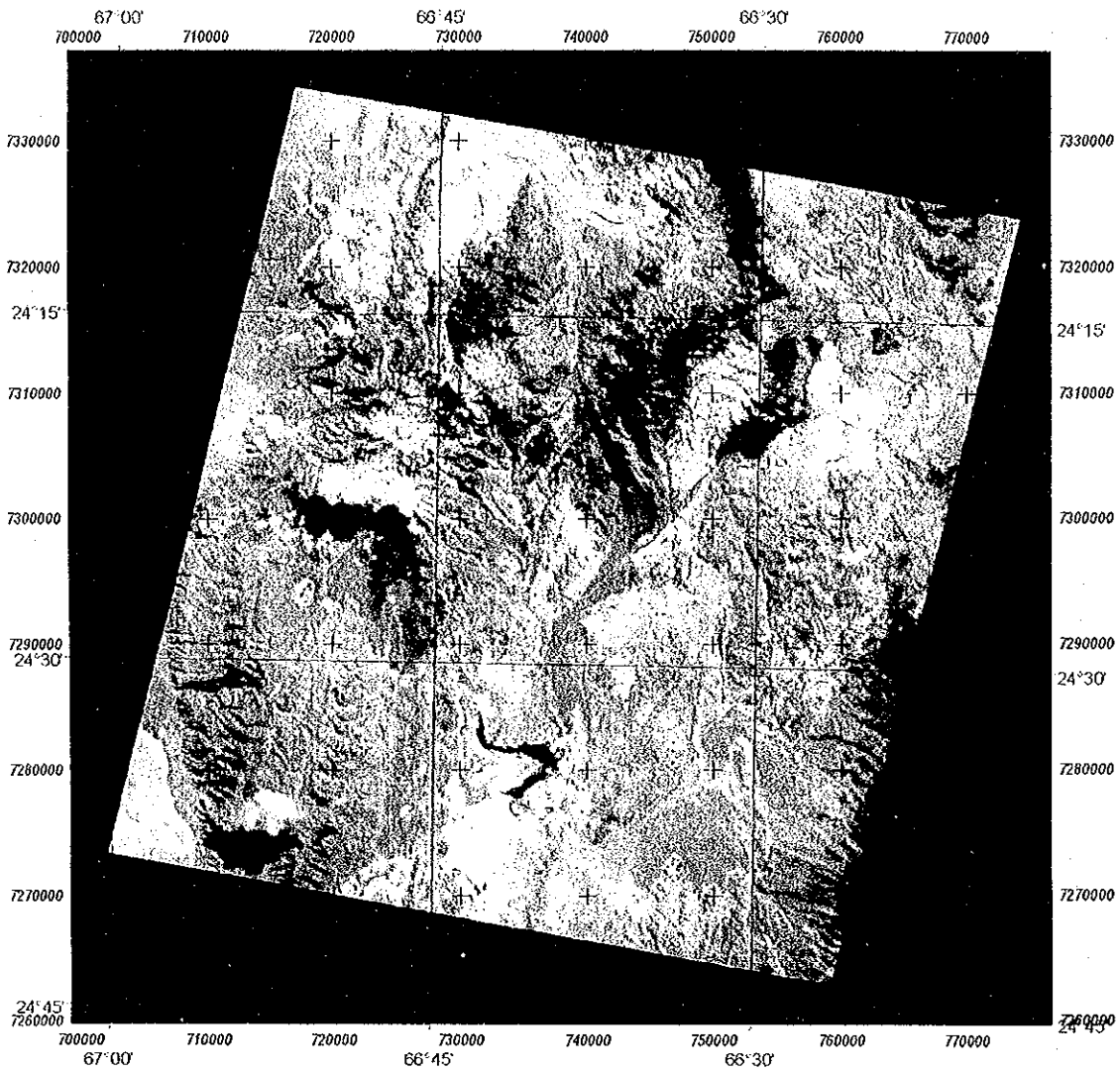
Goe→Geothite

Hem→Hematite

Chi→Chlorite

(シーン解説の凡例)





20000 0 20000 Meters

**SCENE 012**

**IMAGE: TERRAIASTER BGR=147**

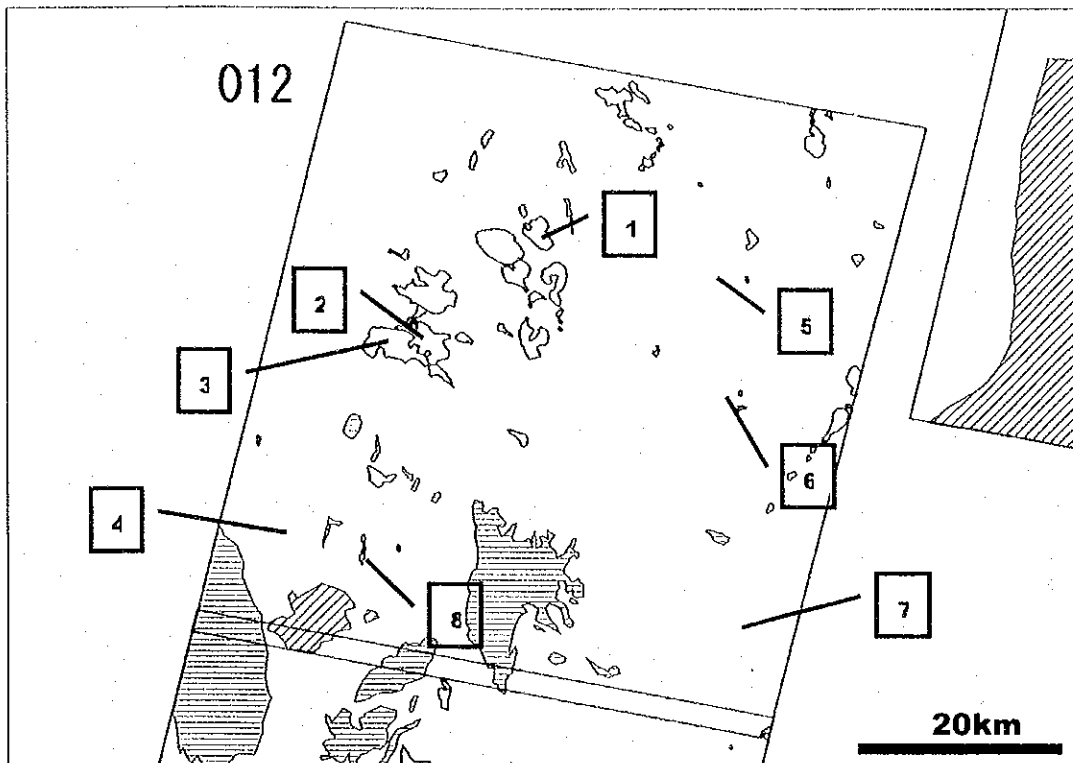
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**

**PROJECT: JICA/IMAJI/JMEC**

**DATA: ERSDAC/JAPAN**

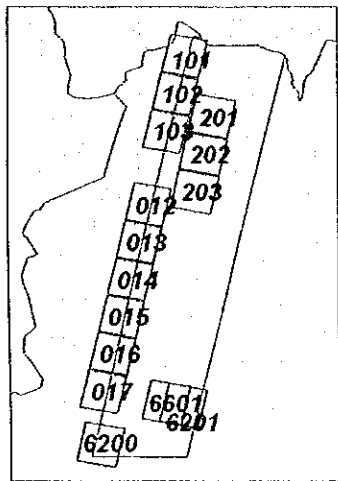
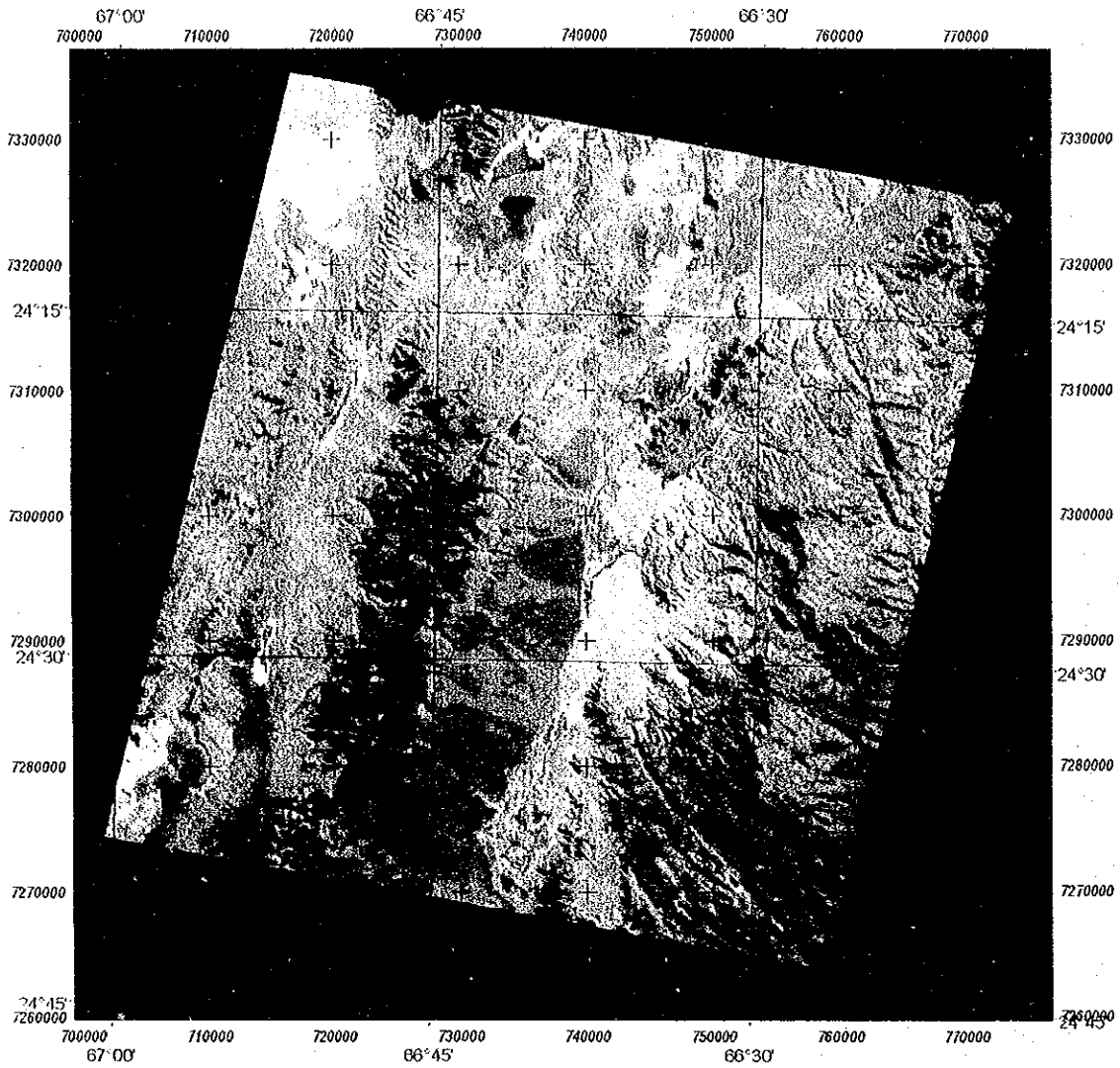
Fig.II-4-4-4-1 False color image of scene 012(BGR=147)

[シーン012の変質帯概略]



本シーンでは多くの変質帯と推定される地域が抽出されており、。グランドツルースを行った Incachule 鉱徴地、 Organullo 鉱徴地が含まれる。

- 1 : ほぼ Aln のみからなる。特に崖錐部分
- 2 : Kao+Aln が卓越する。Goe はあまり認められない。北側に Pb-Zn 鉱床がある
- 3 : Ser 変質が卓越する。ただし若干量の Aln 有り。Ser-Qtz タイプの変質の可能性かもしれない。
- 4 : 変質帯ではないが Chl、Ser および Goe が卓越する。オルドビスの堆積岩地域であり、続成変質の影響かもしれない。
- 5 : 中新世の火山岩類の分布域、Goe+Qtz が卓越する。付近に Incachule 鉱徴地がある。
- 6 : Goe+Ser+Chl の組み合わせ、弱い変質帯である可能性がある。オルドビスの花崗岩類を主とするが、分布形状と地質境界は一致しない。東部に Organullo 鉱徴地がある。
- 7 : Hem が卓越。
- 8 : オルドビスの堆積岩中に Kao-rich の変質帯がある。



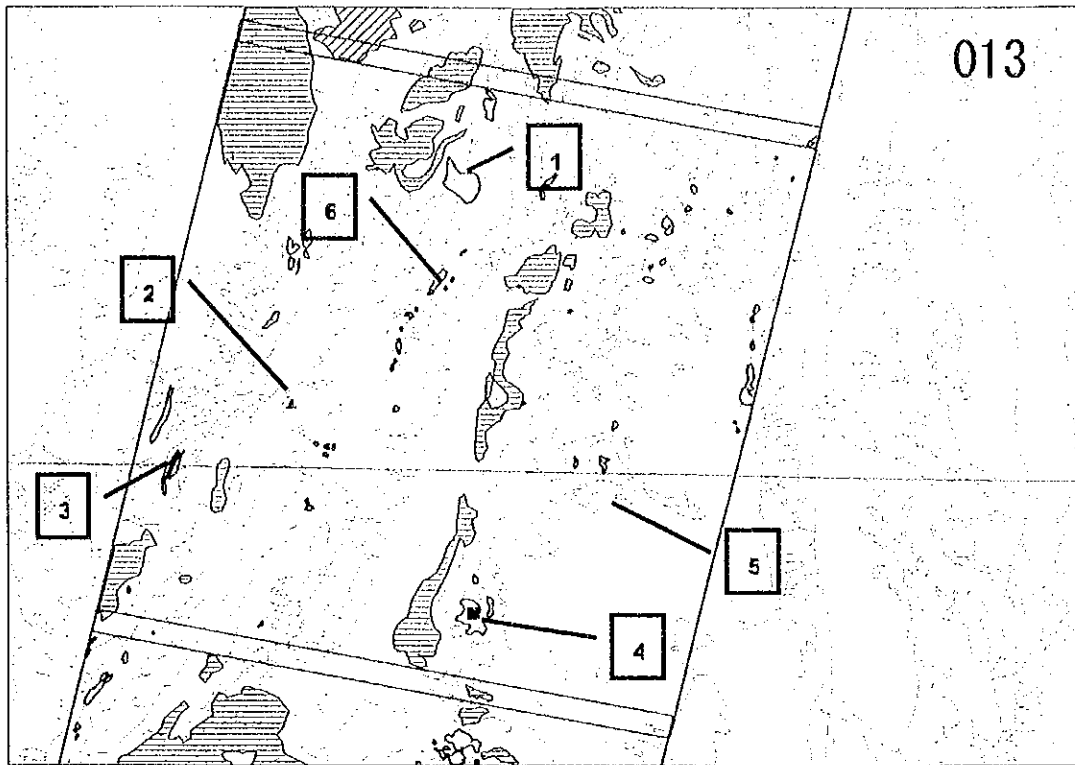
20000 0 20000 Meters

**SCENE 013**

**IMAGE: TERRAIASTER BGR=147**  
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**  
**PROJECT: JICA/IMMA/JJMEC**  
**DATA: ERSDAC/JAPAN**

Fig.II-4-4-4-2 False color image of scene 013(BGR=147)

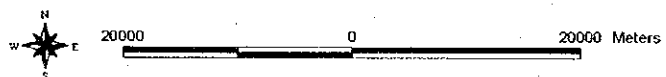
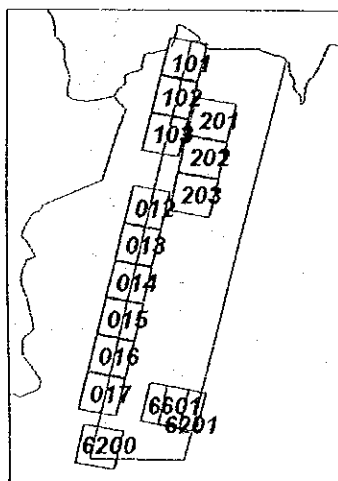
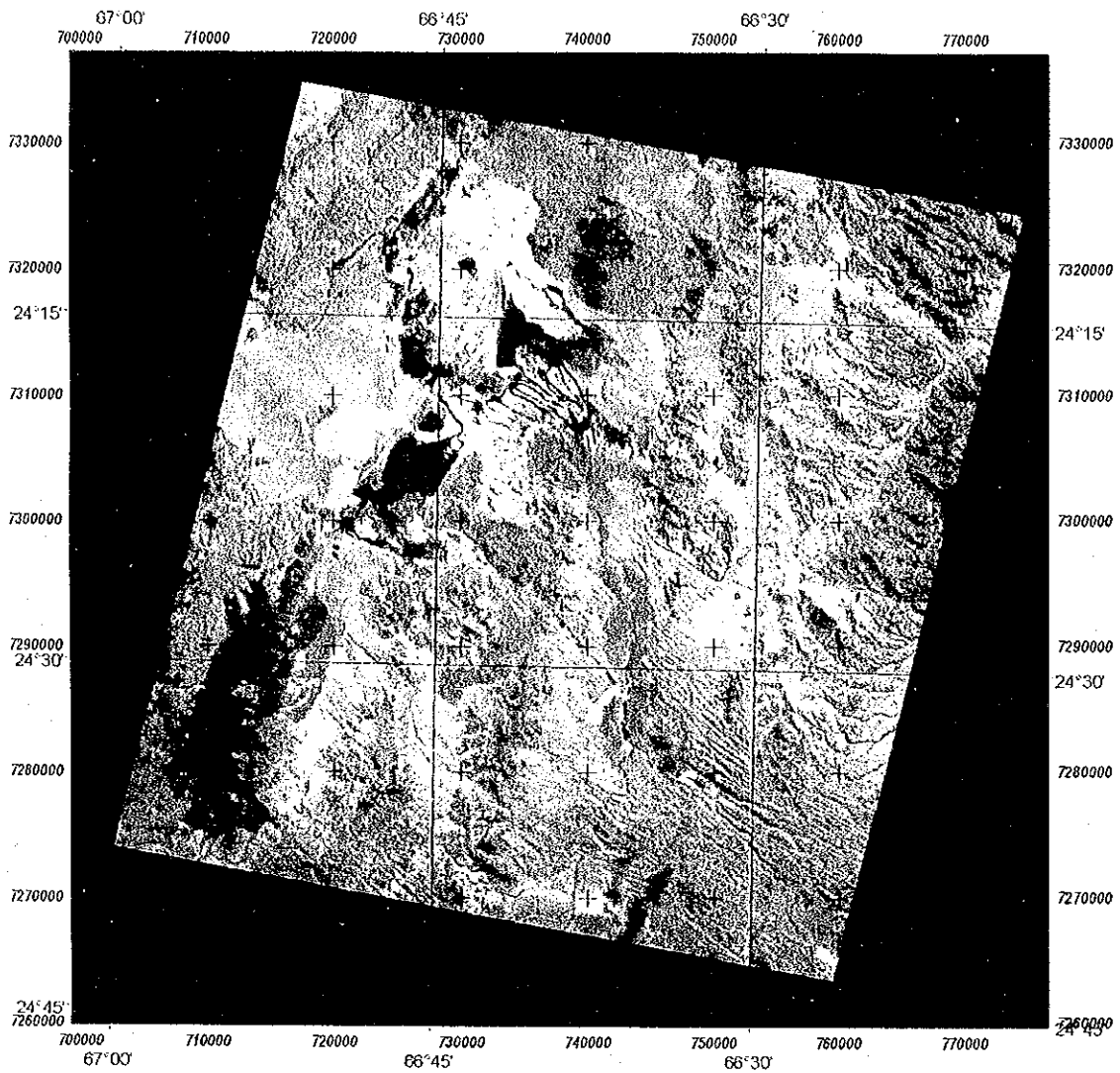
[シーン 013 の変質帯概略]



本シーンでは NE-SW~NNE-SSW の方向をもった変質帯が多く抽出されており、Vicuna Muerta、Centenario、Inca Viejo 鉱徴地についてグランドツルースを行った。

- 1 : Kao-rich の変質帯、Goe を少量伴う
- 2 : Pb-Zn 鉱床有るも、変質帯は検出されず
- 3 : カンプリアあるいはオルドビスの堆積岩中に帯状の Aln-Kao が検出されたが不明瞭
- 4 : Cu 鉱床 (Inca Viejo) があり、周囲は Aln-Kao 変質がある。
- 5 : Vicuna Muerta の環状構造。環状構造内には小さな変質帯が有るのみで環状構造内は Ser,Chl ととも弱い。ただし環状構造にそって Goe が検出されている。
- 6 : Centenario 鉱徴地



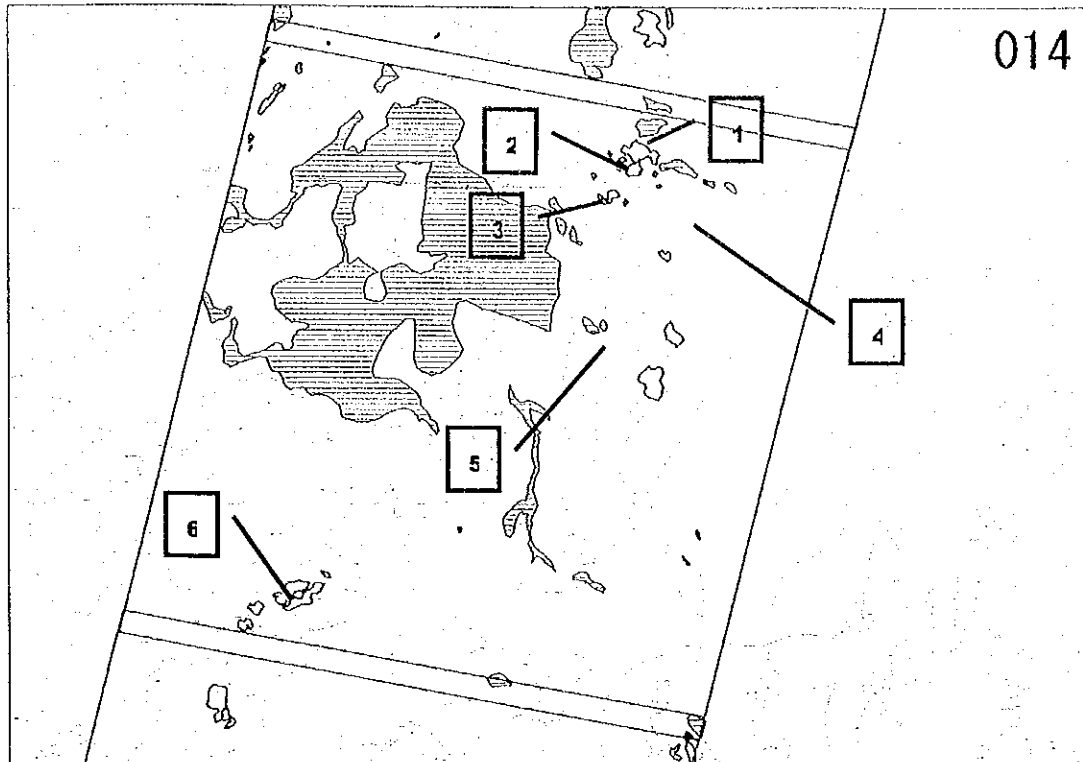


**SCENE 014**

**IMAGE: TERRA/ASTER BGR=147**  
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**  
**PROJECT: JICA/IMMAJ/JMEC**  
**DATA: ERSDAC/JAPAN**

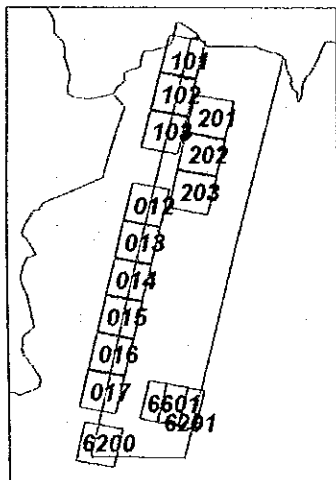
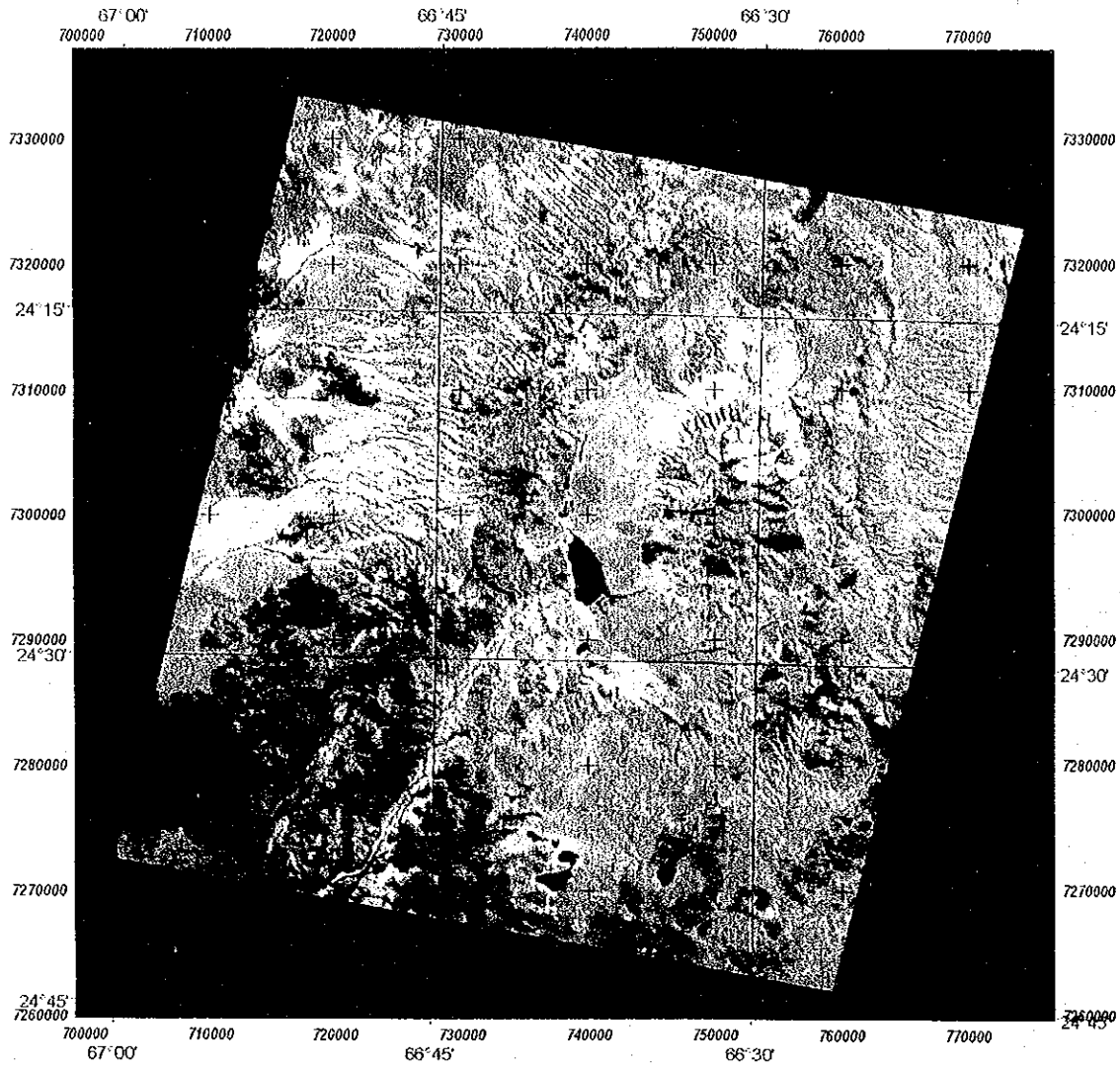
Fig.II-4-4-4-3 False color image of scene 014(BGR=147)

[シーン 014 の変質帯概略]



本シーンはグランドツルースを行った Diablillos 鉱徴地を含む。

- 1 : Diablillos 鉱徴地。北側の変質帯は kao-rich。Goe 伴う。
- 2 : 南側の変質帯は Aln と Kao、Goe は少ない。
- 3 : Aln-Goe の変質帯。変質帯南方に Condor Yaku の探査地区がある。変質帯の東側には Ser-Chl および Goe からなる弱い変質帯が広がる。
- 4 : Hem-rich。カンブリア、先カンブリアの堆積岩類および古生代の花崗岩が分布。
- 5 : Goe+Ser が分布。比演算では暗く、フォールスカラーでは黄土色を呈し、周囲と特に際だった特徴がなく変質帯ではない可能性が高い。
- 6 : ほぼ Ser と Goe からなる変質帯。5 と組み合わせは同じであるが、この変質帯は比演算ではやや明るい青色を呈することから変質帯であろう。またフォールスカラーでも緑色を呈している。



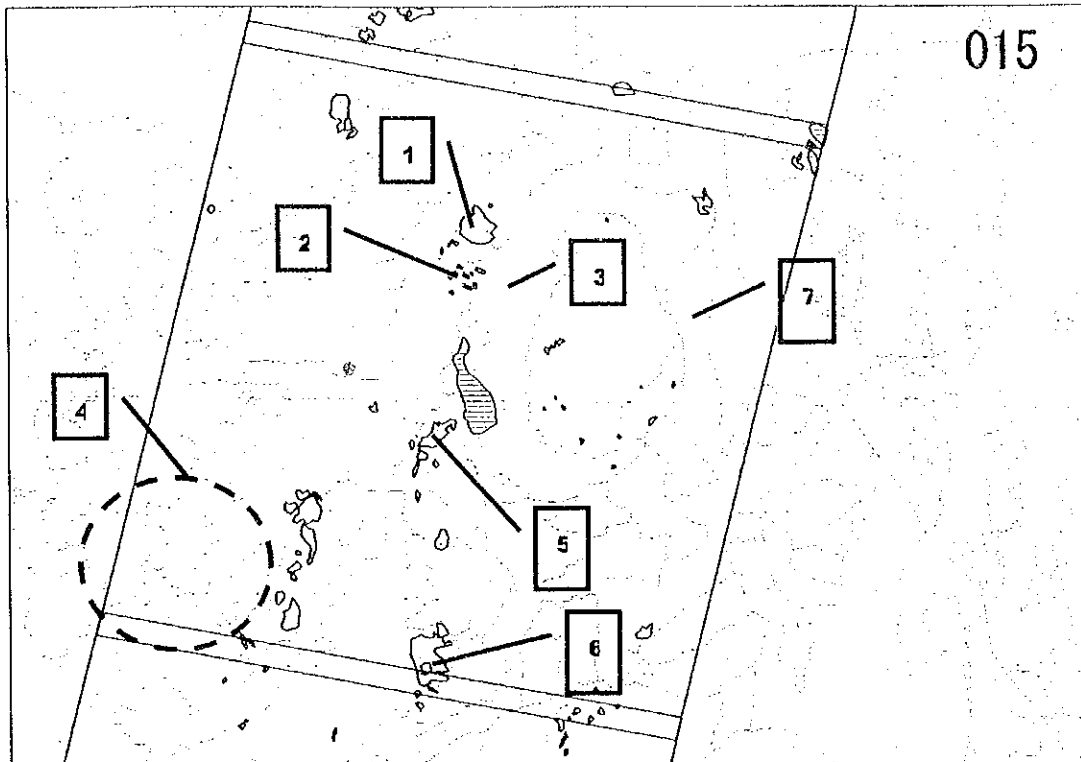
20000 0 20000 Meters

**SCENE 015**

**IMAGE: TERRA/ASTER BGR=147**  
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**  
**PROJECT: JICA/IMMAJI/JMEC**  
**DATA: ERSDAC/JAPAN**

Fig.II-4-4-4-4 False color image of scene 015(BGR=147)

[シーン 015 の変質帯概略]



本シーンはシーン中央から北東にかけて巨大な Galan カルデラを含む範囲であり多くの変質帯が抽出されている。このうち番号 6 の変質帯とその東部約 16km にある Laguna del Salitre 鉱徴地についてグランドツルースを行った。

1 : Kao からなる変質帯、Aln,Ser,Goe は少ない。Galan カルデラ北西縁の変質帯

2 : Aln,Aln+Kao,Kao の露岩が分布、下流は Aln が堆積する。

3 : Aln の崖錐らしいが、上流部に Aln の露頭がない。しかし、2 の変質帯から流れてきたにしては 2 の変質帯の Aln の分布が小さい。また、2 と 3 の間にはワジが存在することから 2 からの崖錐とは考えられない。植生の影響かもしれない。比演算では白く、フォールスカラーでは灰色である

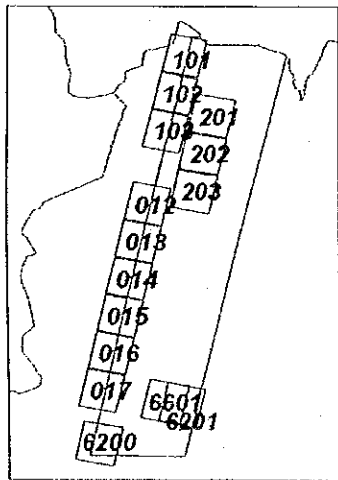
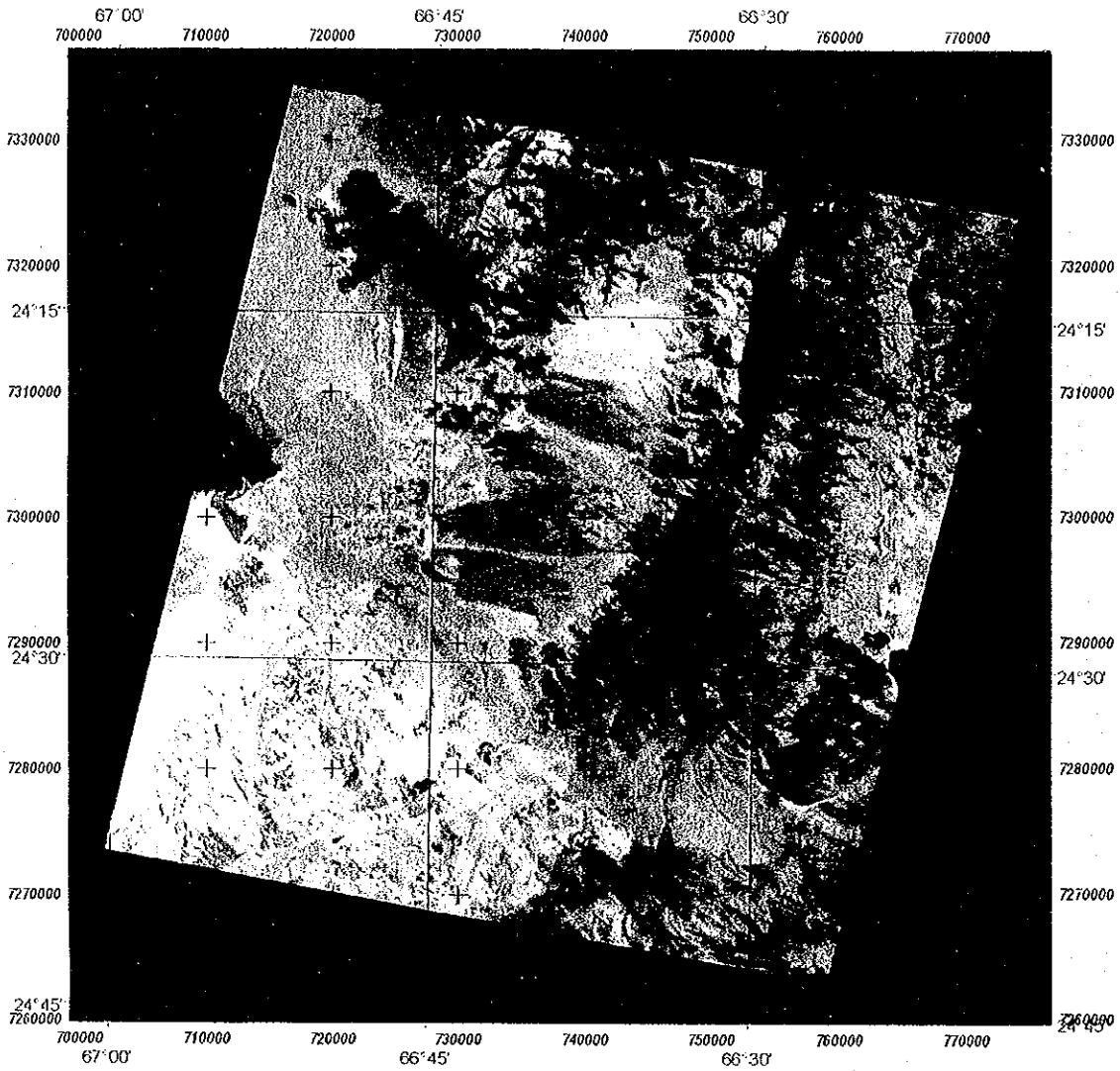
4 : Aln+Ser が広く分布するが、比演算の画像では赤色の奇妙な色調となっている。第四紀、第三紀の火山岩類やオルドビスの堆積岩類の分布域であり、フォールスカラーでは黒色で表現されている。鉱物同定で変質鉱物が検出された理由は輝度値が非常に低いため、ノイズを変質鉱物として同定した可能性が高い。

5 : Aln,Kao,Ser が分布する変質帯。特に kao は小さな岩体として幾つか存在。Ser の分布域は広い。Goe も存在する

6 : Lagna Grande の変質帯。中心部は Kao からなり周囲は広い Ser 変質となっている。

7 : Galan カルデラ北東縁。Ser+Chl が帯状に分布。この領域に対応して比演算は明るい白色を呈する。また、フォールスカラーでは暗緑色を示し、弱い変質帯の可能性もある。

地質は先カンブリアの変成岩であるので、Sericite-Schist を捉えた可能性もある。



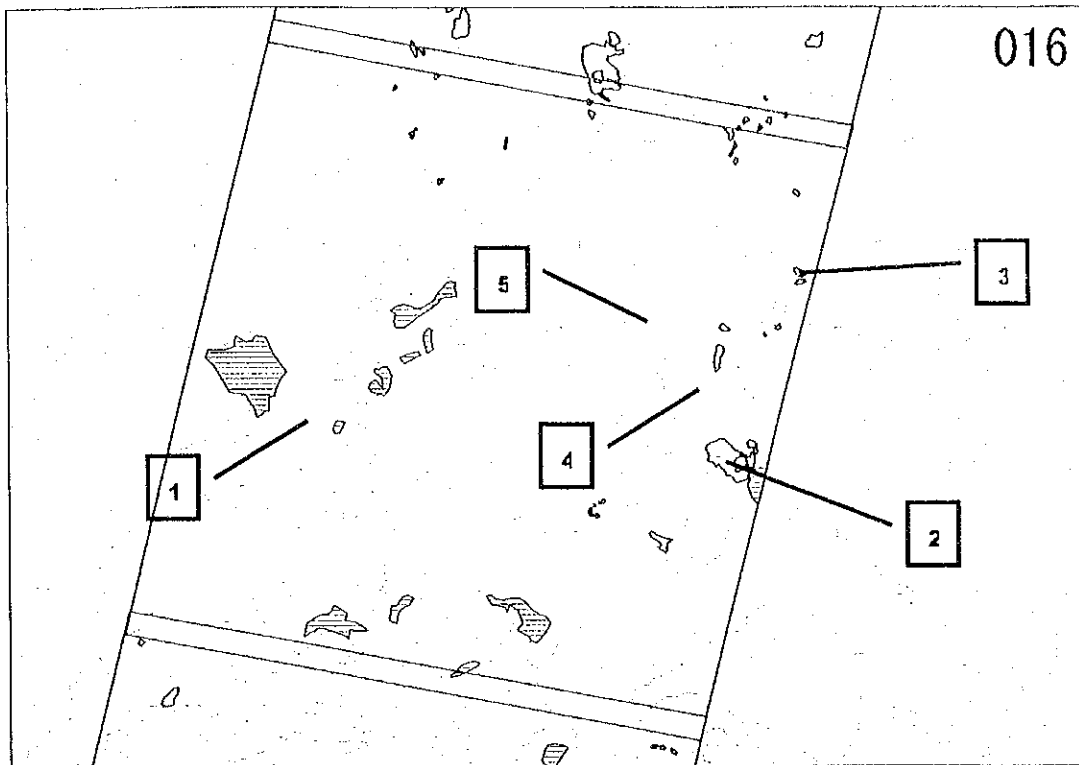
20000 0 20000 Meters

**SCENE 016**

**IMAGE: TERRA/ASTER BGR=147**  
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**  
**PROJECT: JICA/IMMA/JMEC**  
**DATA: ERSDAC/JAPAN**

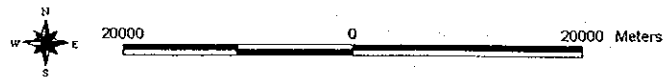
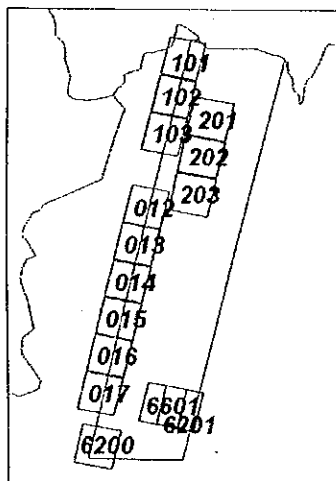
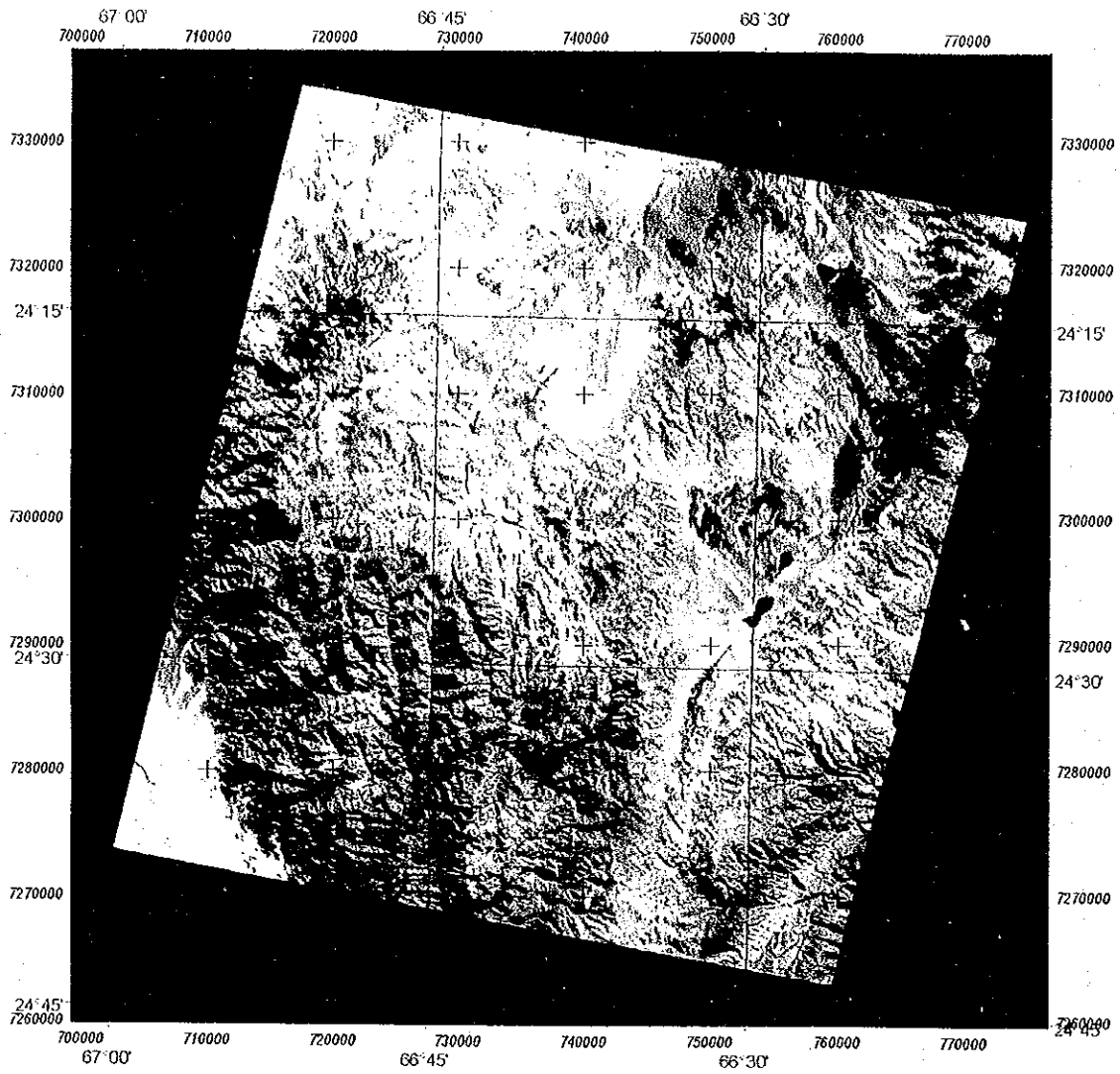
Fig.II-4-4-4-5 False color image of scene 016(BGR=147)

[シーン016の変質帯概略]



本シーンでは番号2に示す Lagna Grande 変質帯についてグランドツルースを実施した。

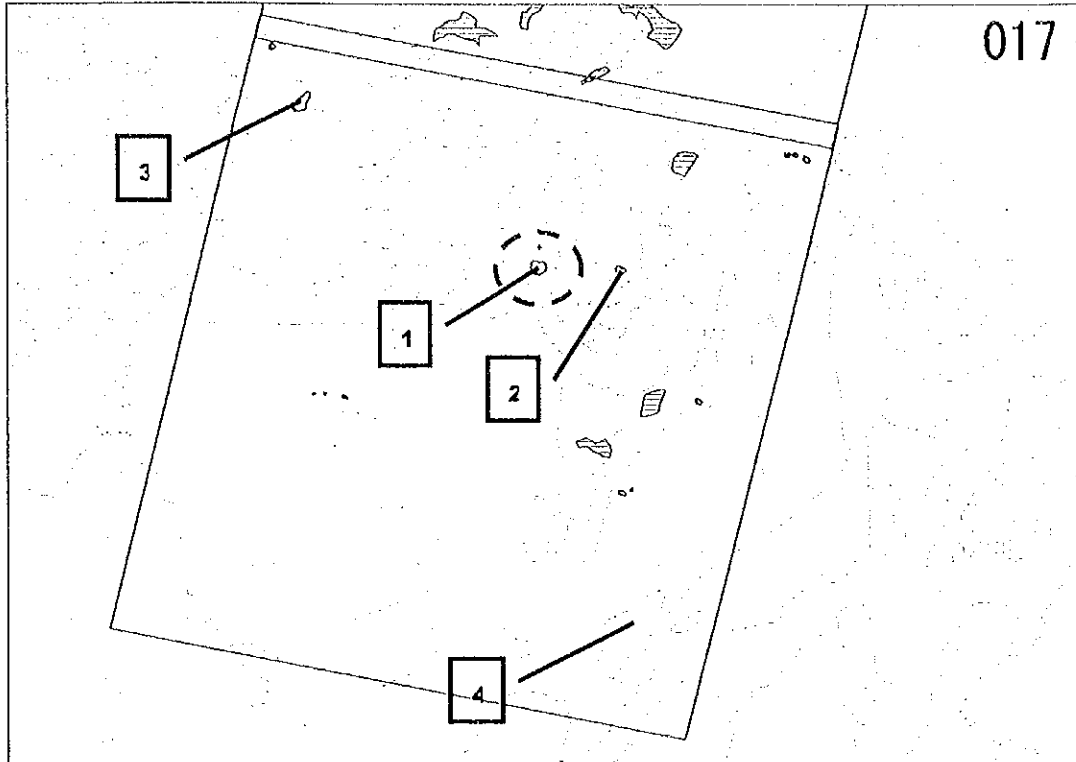
- 1 : WNW-ESE 方向の帯状の Ser が分布。これは西風によって鹹湖堆積物から運搬された物質であると考えられる。変質帯ではない。
- 2 : Lagna Blanca の変質帯。Aln-Kao および Ser からなる変質帯、Goe が強い。
- 3 : Aln-Kao および Ser からなる変質帯、Goe が強い。小規模で多数の変質帯が分布
- 4 : Goe の強い風化。母岩はオルドビスの花崗岩。
- 5 : Hem の強い風化。中新世の火山岩類



**SCENE 017**

**IMAGE: TERRA/ASTER BGR=147**  
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**  
**PROJECT: JICA/IMAJ/JMEC**  
**DATA: ERS/DAC/JAPAN**

Fig.II-4-4-4-6 False color image of scene 017(BGR=147)



1 : 中心部に Kao を主とする変質帯、この周囲に広い Ser+Chl からなる変質帯があり Goe を伴う。部分的に Ser が濃集する部分がある。中心部の強い変質帯ではフォールスカラーでは緑色、比演算では白色を呈し、明瞭な変質帯として認識できる。この周囲に広がる Ser は、フォールスカラーではごくわずかに緑色を帯びるが、明瞭なものではない。比演算では青白色を呈する。比演算・フォールスカラーのみでは弱い Ser 変質は捉えにくい、鉱物同定画像では識別可能。

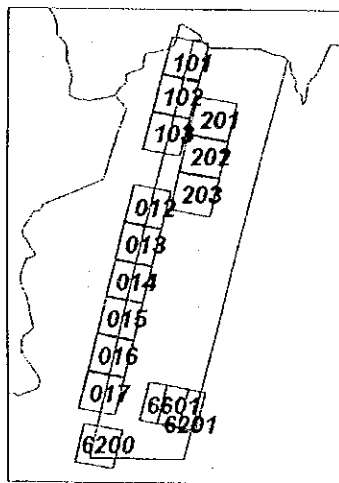
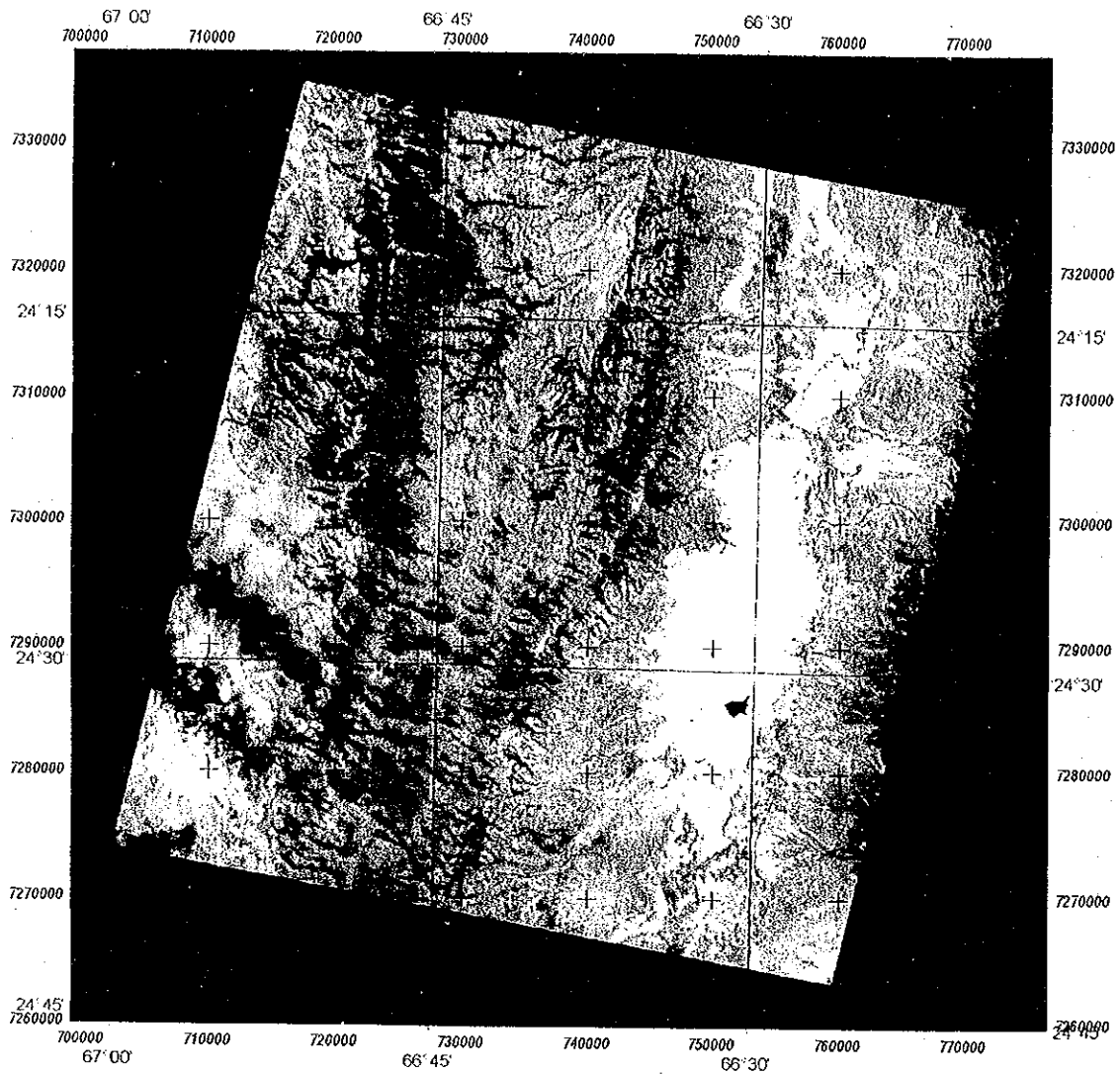
2 : Kao を主とする円形の変質帯。周囲には Ser は発達しない

3 : 山頂に Kao+Aln があり、山腹には Ser が分布する。Goe はほとんど伴わない。

なお、地形と変質鉱物の分布から頂上は Leached cap である可能性が高い。

4 : Aln+Goe+Ser が散点状に分布する。稜線部分で反応していることから、マッチングミスによる誤判定の可能性が高い。





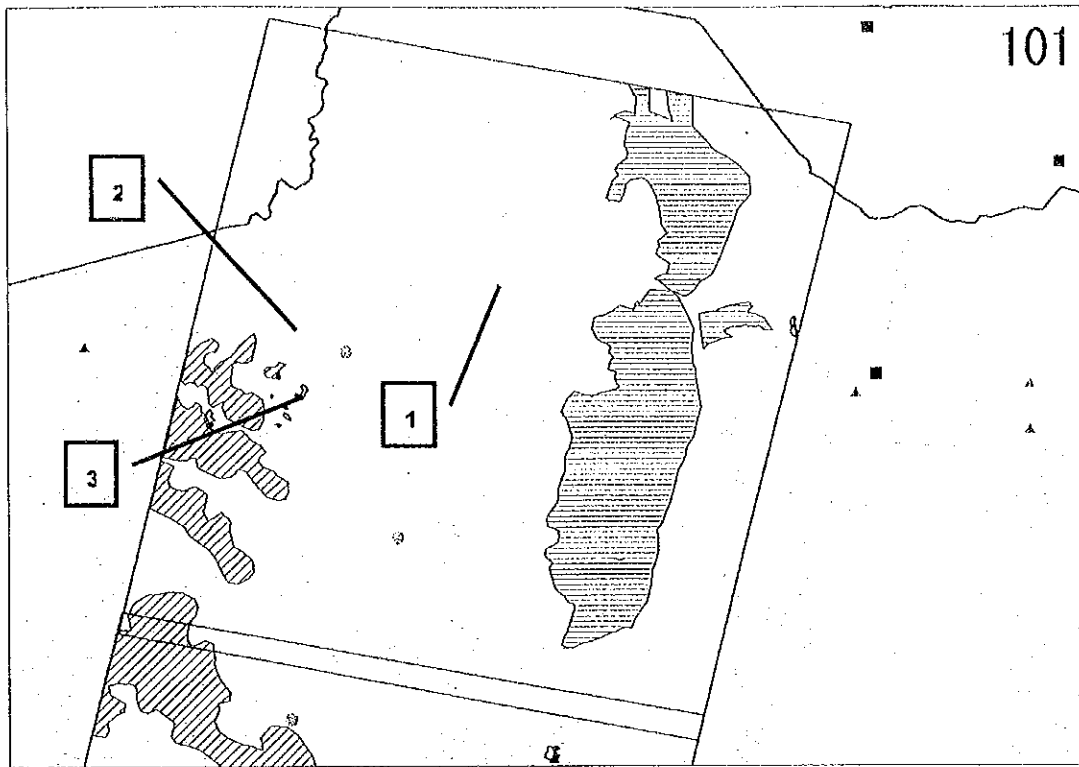
20000 0 20000 Meters

**SCENE 101**

**IMAGE: TERRA/ASTER BGR=147**  
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**  
**PROJECT: JICA/IMMA/JJMEC**  
**DATA: ERSDAC/JAPAN**

Fig.II-4-4-4-7 False color image of scene 101(BGR=147)

[シーン 101 の変質帯概略]

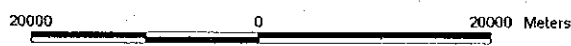
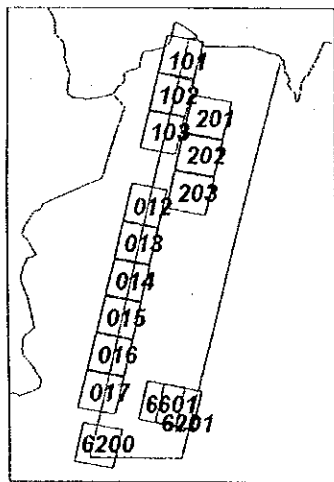
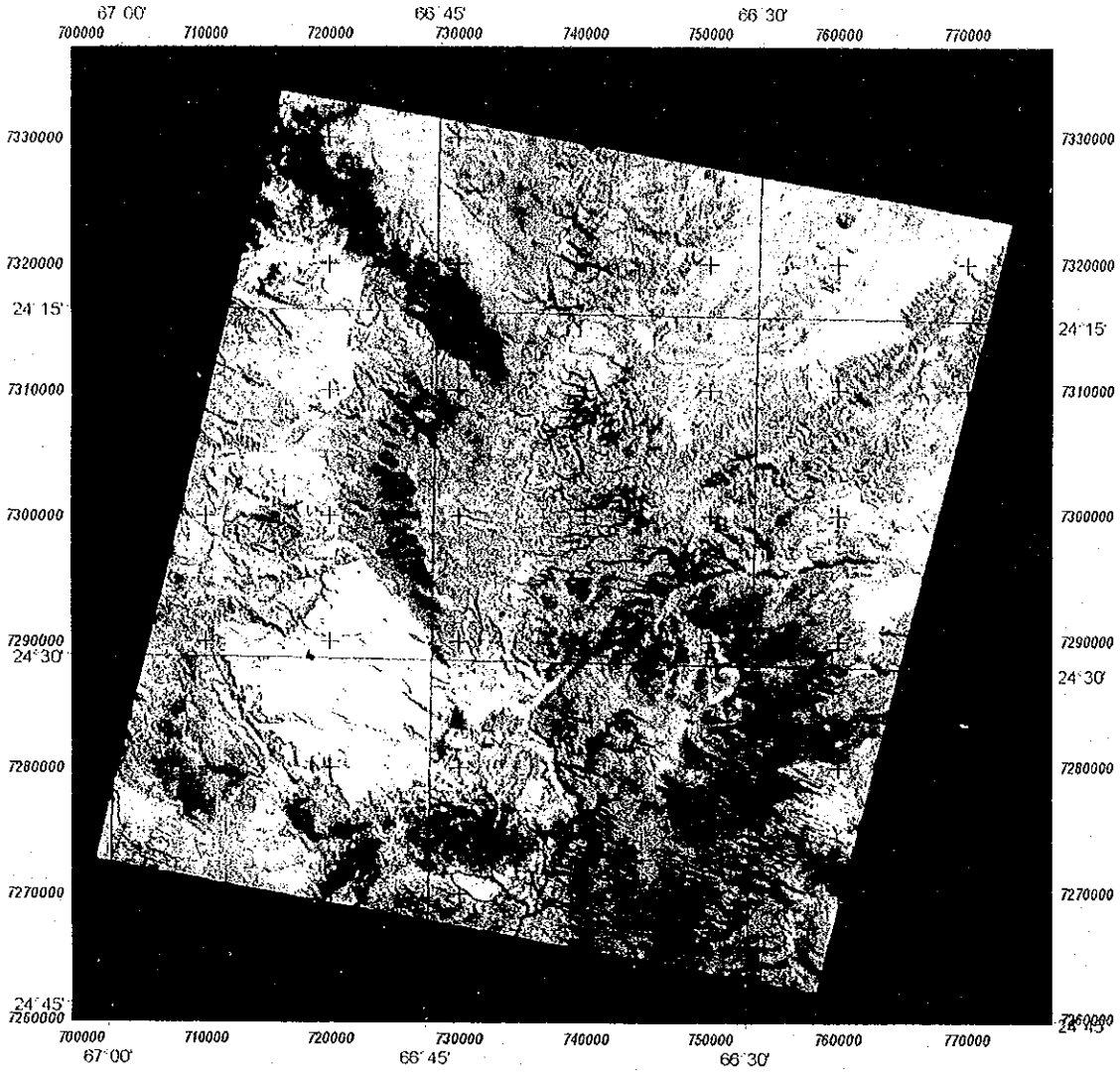


本シーンは調査対象地域北西縁のポリビアとの国境付近にあたり、オルドビスの堆積岩類及び新第三系の火山岩が分布する地域である。本シーンの東部（シーン外）に Pumahuasi 鉍微地がある。

1 : Ser+Chl が帯状に分布する。フォールスカラーでは褐色を呈し、オルドビス紀の堆積岩の部分に Ser と Chl が反応している。続成変質か？

2 : 1 と同じ組み合わせ。地質も同じカテゴリに属する

3 : オルドビスの堆積岩中にフォールスカラーでは青緑色を呈する小領域が点在。比演算では南西側 2 つの地域で白色を示し、おそらくは変質帯であろう。Aln を主とし、一部 Kao を伴う。

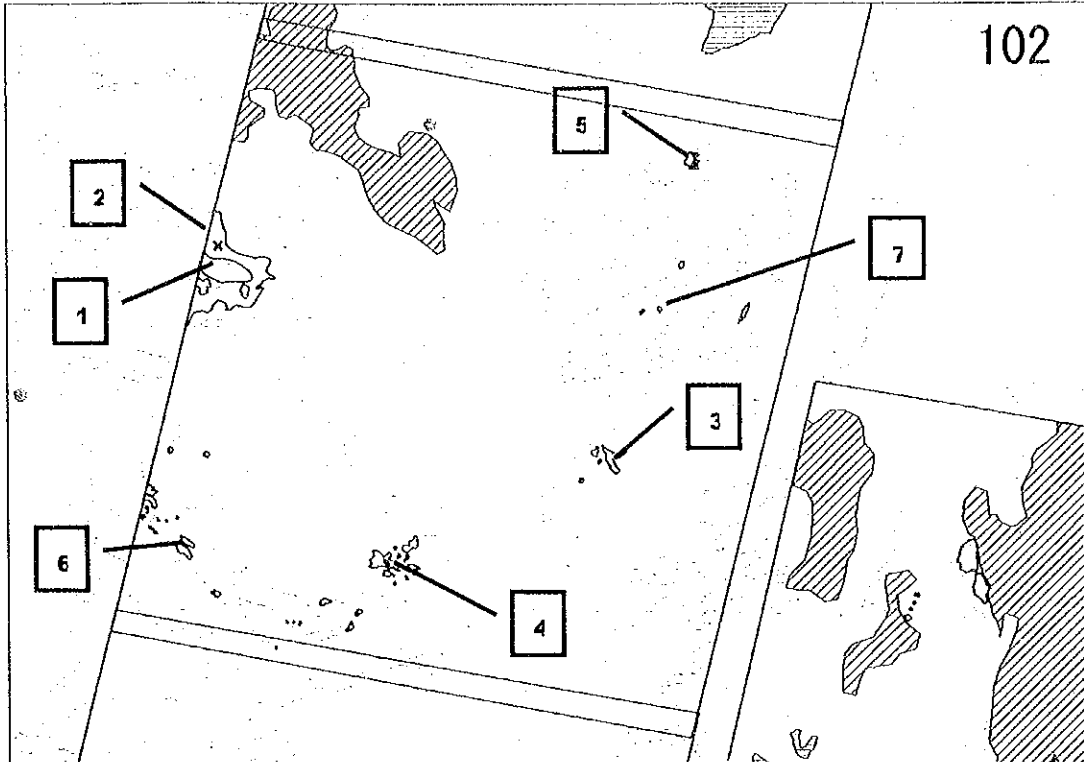


**SCENE 102**

**IMAGE: TERRA/ASTER BGR=147**  
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**  
**PROJECT: JICA/IMMAJ/JMEC**  
**DATA: ERSDAC/JAPAN**

Fig.II-4-4-4-8 False color image of scene 102(BGR=147)

[シーン 102 の変質帯概略]



本シーンにはグランドツルスを行った Rachaite (番号3)、Pan de Azucar (番号5)、Tupza (番号7) 等の鉱徴地を含む。

1 : Aln を主とし、中心部(山頂)に Kao を伴う。フォールスカラー、比演算でも変質帯と認識できる。Goe を伴う。

2 : 1 の周囲に発達する Ser+Goe 変質。最外郭部は Chl を伴う。1 と同様に Goe を伴う。この変質帯周囲は Hem が卓越する

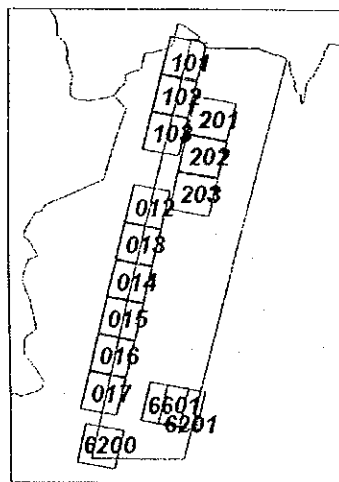
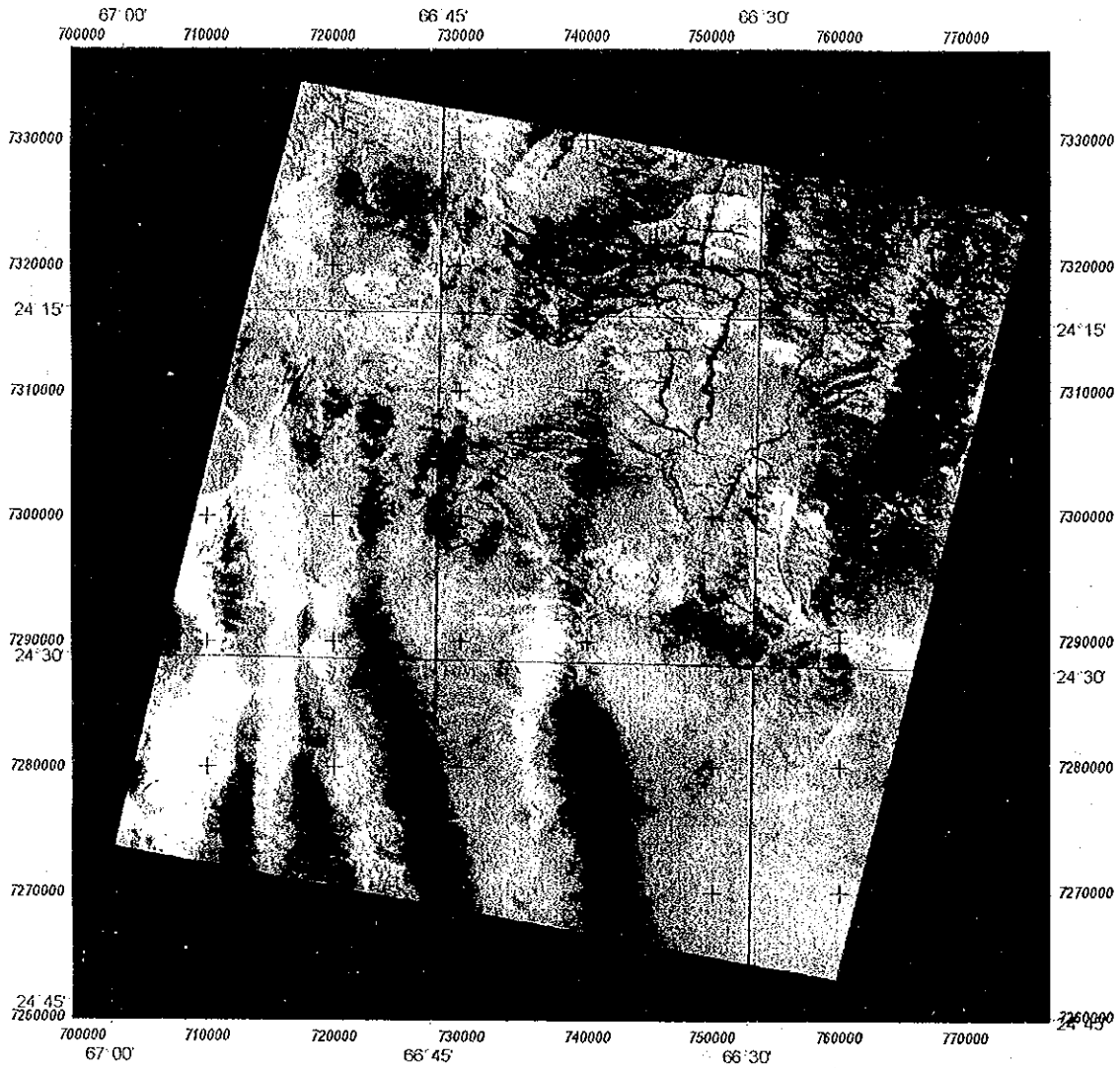
3 : Rachaite の変質帯、Aln-Kao-Ser からなる。ハ口は小さい。Goc+Qtz を伴う。比演算・フォールスカラーとも変質帯の特徴が明瞭。この変質帯の南西側に隣接して緑黄色を呈する mafic volcanics が分布するが、Goc+Chl のみであり変質鉱物は検出されない。なお、この中に直径 200m 程度の Aln 変質帯がある。

4 : 中新世の火山岩(火山)の北西斜面に明瞭な変質帯が多数分布する。Aln+Kao あるいは Kao-Ser からなり Goc は弱い

5 : Pb-Zn の Pan de Azcar 鉱山。中心部は Aln+Kao 周囲は Ser からなる変質帯。南東方に Ser からなる小規模な崖錐が分布。フォールスカラー画像上で変質帯の中心から北西側に伸びる淡青色の筋は鉱山の堆積場から流れ出た廃砕。

6 : オルドビスの堆積岩の北西端に Aln+Ser からなる変質帯が分布。フォールスカラーでは変質帯の部分が緑色を呈する。比演算では、この変質帯を含む広い領域が白色で表現されており、比演算からは位置を特定できない。比演算で白色を呈する領域は、Ser+Goe および Chl+Goe であり、極弱い変質帯あるいは続成変質かもしれない。母岩の確認が必要。

7 : Tupiza 鉱徴地

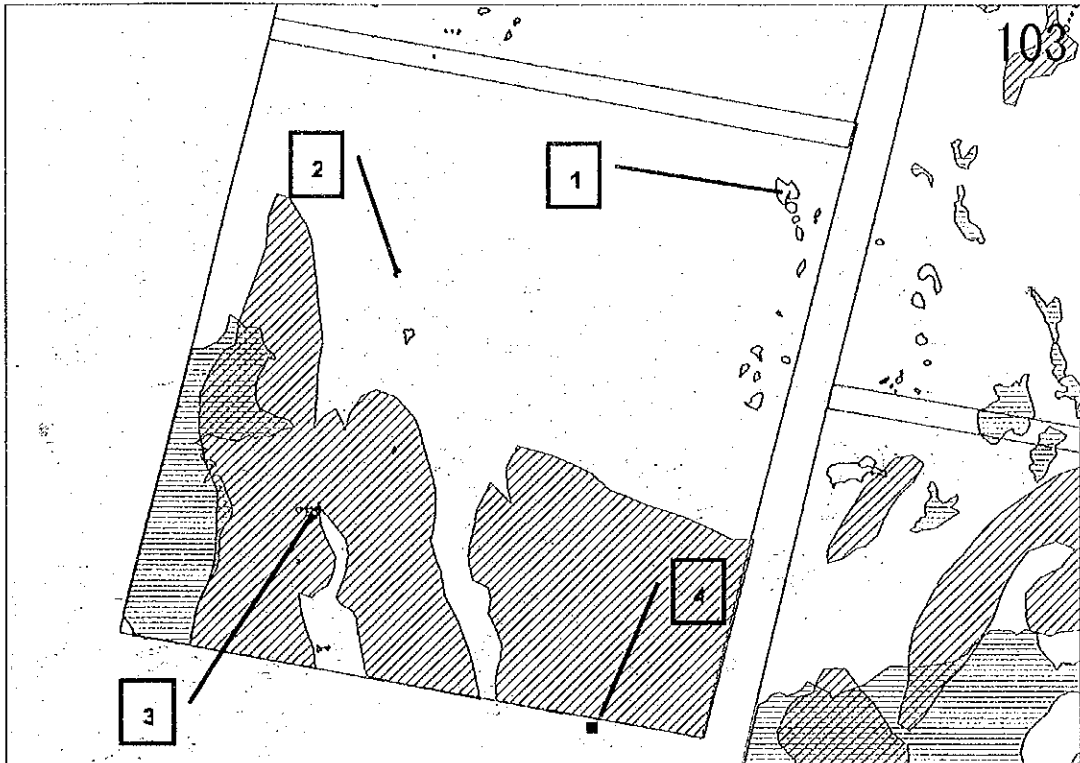


**SCENE 103**

**IMAGE: TERRA/ASTER BGR=147**  
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**  
**PROJECT: JICA/IMAJI/JMEC**  
**DATA: ERSDAC/JAPAN**

Fig.II-4-4-4-9 False color image of scene 103(BGR=147)

[シーン 103 の変質帯概略]

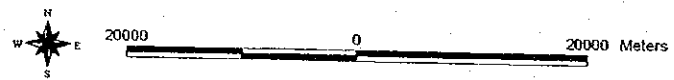
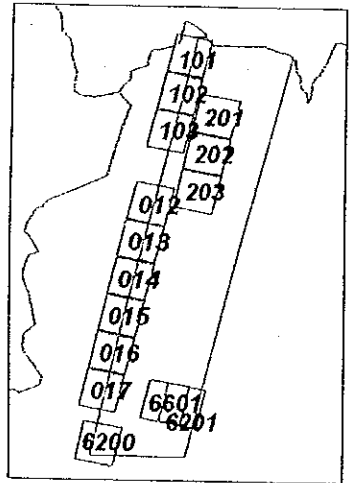
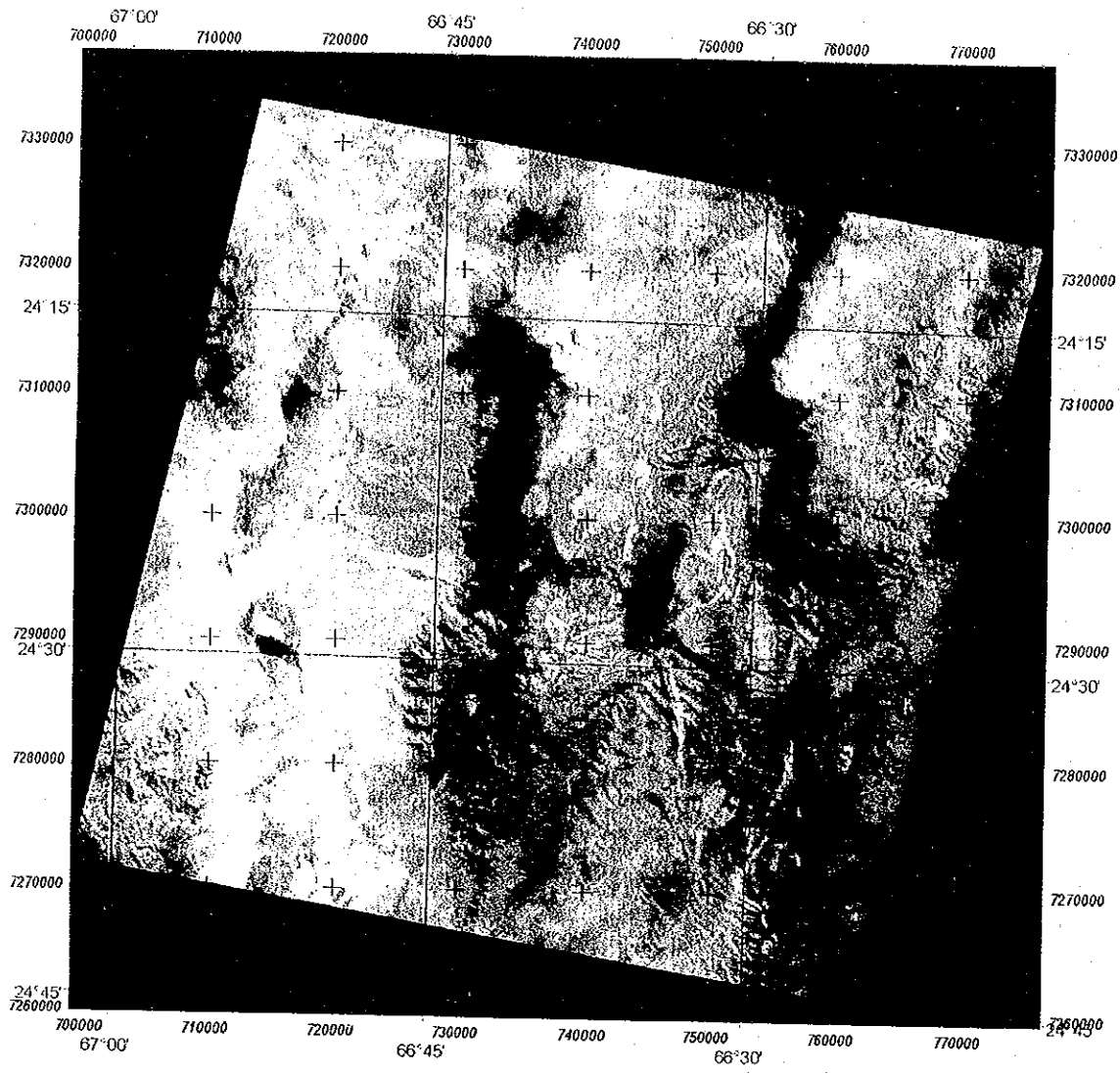


1 : オルドビスの積岩中に Aln の卓越する小規模な変質帯が多数分布。また、このオルドビスの堆積岩全体が Ser+Chl+Goe 化する。この特徴はシーン 101-102 でも認められる。

2 : 白亜紀～古第三系の堆積岩中に小規模な変質帯が 2 カ所分布。北側は Aln-Ser、南側は Kao-Ser からなる。北側変質帯の北側にはフォールスカラーで濃緑色を呈する地質が分布する。比演算では青灰色を呈する。ただし、地質図と画像とは境界が一致しない。このような緑色を呈する地質が何であるか確認する必要あり。

3 : 薄い雲のなかに認められる変質帯。雲の影響があるかもしれない。Ser を主とし、Goe を伴う。この変質帯南部には Chl が分布するが、雲がやや厚くなる領域と対応し、信頼できない。

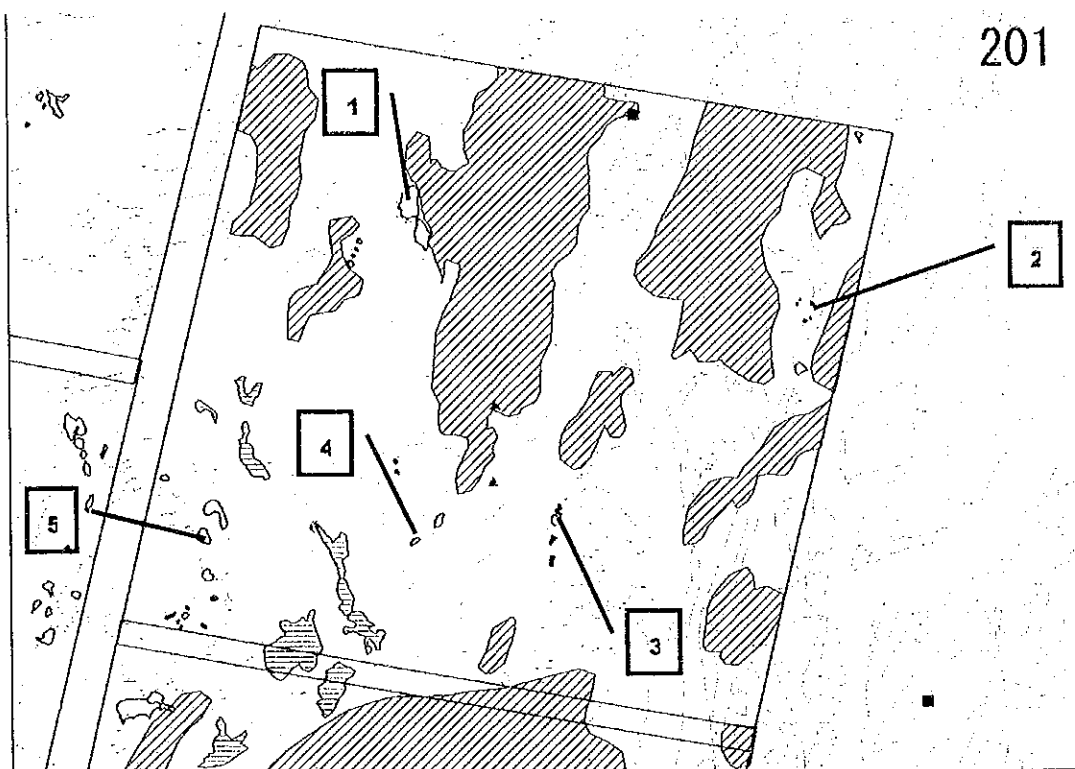
4 : シーン外であるが、La Colorada 鉱徴地が位置する。



**SCENE 201**

**IMAGE: TERRAIASTER BGR=147**  
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**  
**PROJECT: JICA/IMMAJ/JMEC**  
**DATA: ERSDAC/JAPAN**

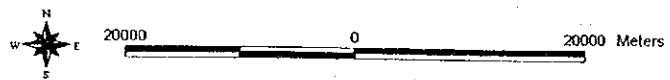
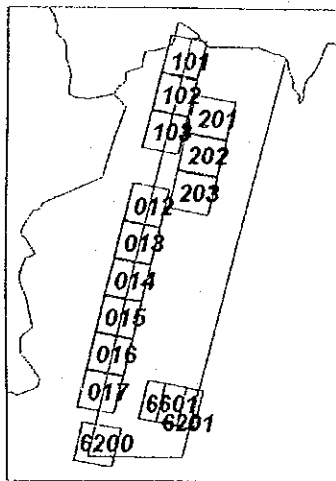
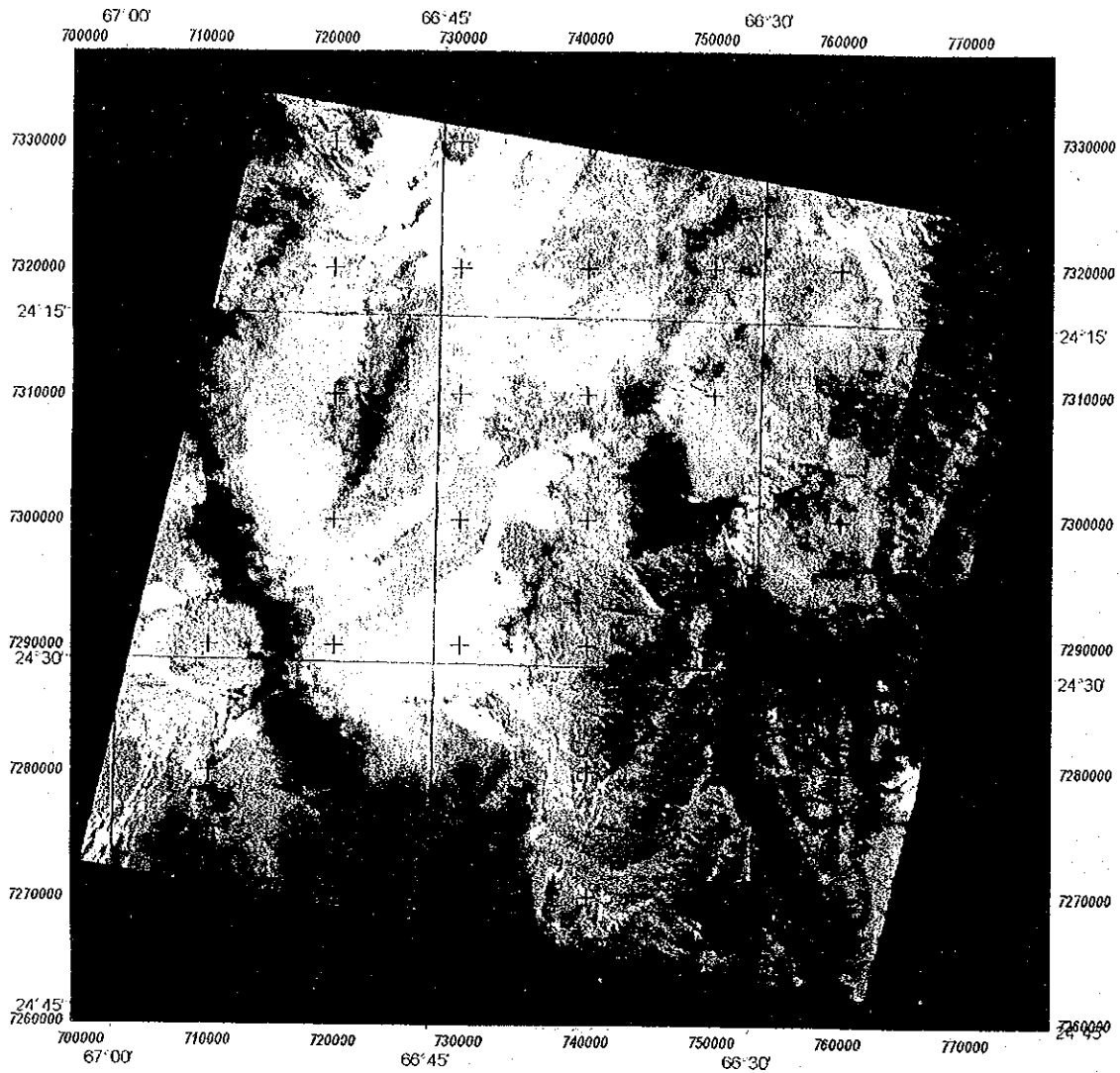
Fig.II-4-4-4-10 False color image of scene 201(BGR=147)



本シーンには雲量が多いが、重要な SEDEX の El Aguilar 鉱山を含むシーンである。シーン中央部南部から北部にかけて Aguilar 山脈が位置しており、フォールスカラー画像ではオルドビス系の堆積岩は暗い青色で緻密な表面組織であり、花崗岩類はやや明るい緑色として示される。

- 1 : Ser+Chl および Goe からなる変質帯。雲の影の境界部であることから、やや信頼性に欠ける。
- 2 : Aln+Ser からなり Kao を伴う。変質帯を含めた広範囲が Goe からなる。母岩はオルドビスの堆積岩。フォールスカラーはやや緑がかった褐色。比演算はやや明るい白で表現され、変質帯周囲の Goe+Ser 領域は明るい紫を呈する
- 3 : 南北系の尾根に沿って小さな変質帯が直線状に配列する。Aln+Kao からなり Goe に富む。母岩はカンブリアの堆積岩類。フォールスカラーでは暗緑色。比演算では明るい紫を呈する。これらの北端部を現地調査した結果ではオルソコーツァイトが分布。
- 4 : Aln+Kao および Ser からなるが、周囲の広い範囲で Ser が検出され、変質であるかの確信は持てない。Goe が広く卓越し、白亜紀の花崗岩類の分布と概ね一致する。この南東側はオルドビスの堆積岩からなるが、この部分では Goe、Hem は極弱く明瞭な境界を形成している。
- 5 : カンブリア紀の花崗岩中に大小幾つかの変質帯が分布。花崗岩全体は淡緑色を呈する。比演算では、変質帯の部分が明るい白で、これ以外の花崗岩では灰白色を呈す。Aln を少量伴う Ser が主であり、Goe が普遍的に検出されている。





**SCENE 202**

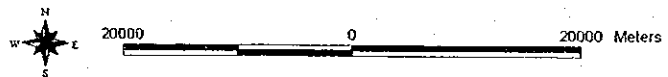
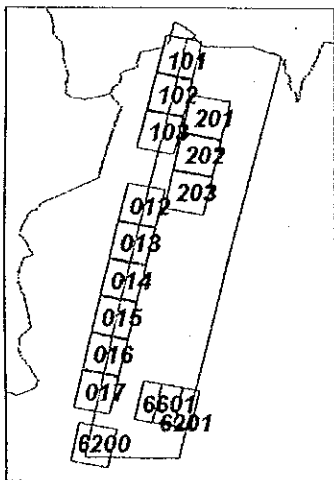
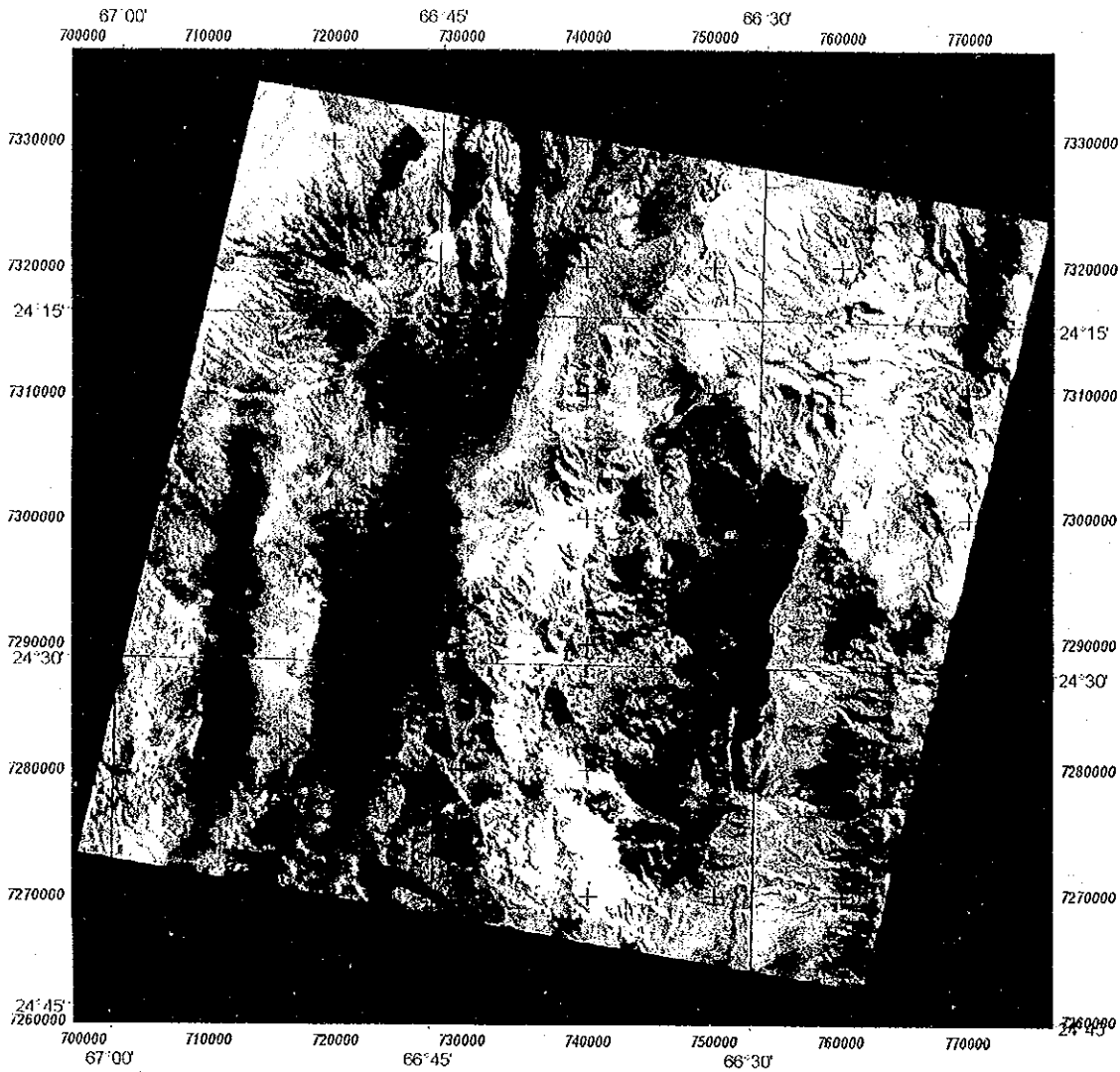
**IMAGE: TERRA/ASTER BGR=147**  
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**  
**PROJECT: JICA/IMMAJIJMEC**  
**DATA: ERSDAC/JAPAN**

Fig.II-4-4-4-11 False color image of scene 202(BGR=147)

[シーン 202 の変質帯概略]



- 1 : オルドビスの堆積岩の北部を占める変質帯。Aln を伴う Ser の強い変質であり、強い Goe 化を伴う。フォールスカラーでは暗緑色、比演算では白色を示し、変質帯である可能性は極めて高い。
- 2 : 変質帯の中心部は Aln+Kao からなり周囲は Ser が卓越する。Goe を伴う。この南西側にも類似する変質帯が分布する。Aln+Kao は地形的高所にあり、Leached Cap か。母岩はカンブリア、先カンブリアの堆積岩類
- 3 : 北側は Aln>Kao、南側は Kao>Aln からなり、Ser を伴う。北側の中心部は強い Goe 化、南側はこれよりも少し弱い。母岩はカンブリア、先カンブリアの堆積岩類。
- 南側の東側には、ほぼ同じ規模の変質帯がある。この変質帯は Aln, Kao を伴わず、Ser+Chl および Goe からなる。この変質帯は近接しているので比較はおもしろい。なお、フォールスカラーでは北側変質帯の一部のみが暗緑色を呈する。比演算では南側 2 つの変質帯はやや明るい青白色を呈す
- 4 : Aln+Ser からなり Goe は弱い。フォールスカラーでは緑色を呈さず、比演算ではやや明るいピンク色を呈する。母岩はカンブリア、先カンブリアの堆積岩類
- 5 : Tusca 鉱徴地。グランドツルースを実施。

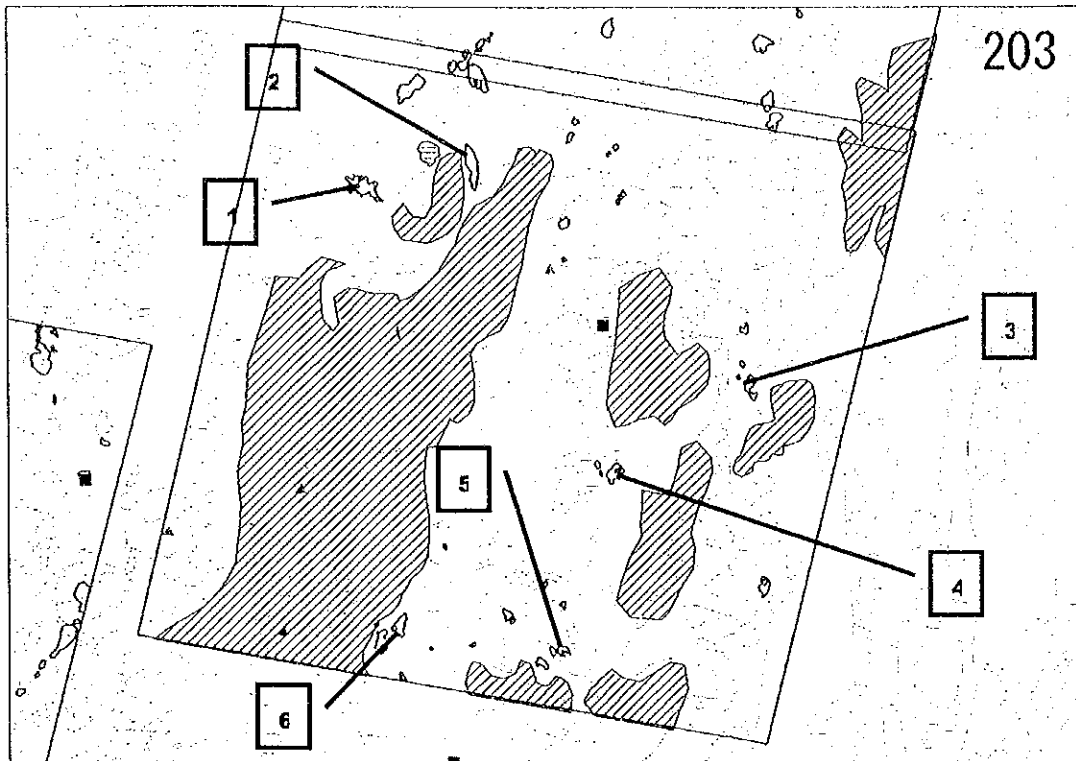


**SCENE 203**

**IMAGE: TERRAIASTER BGR=147**  
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**  
**PROJECT: JICAIMMAJIMEC**  
**DATA: ERSDAC/JAPAN**

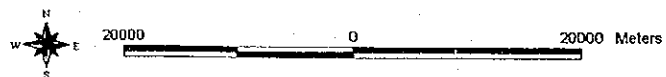
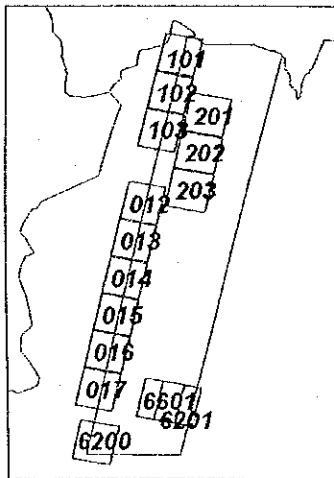
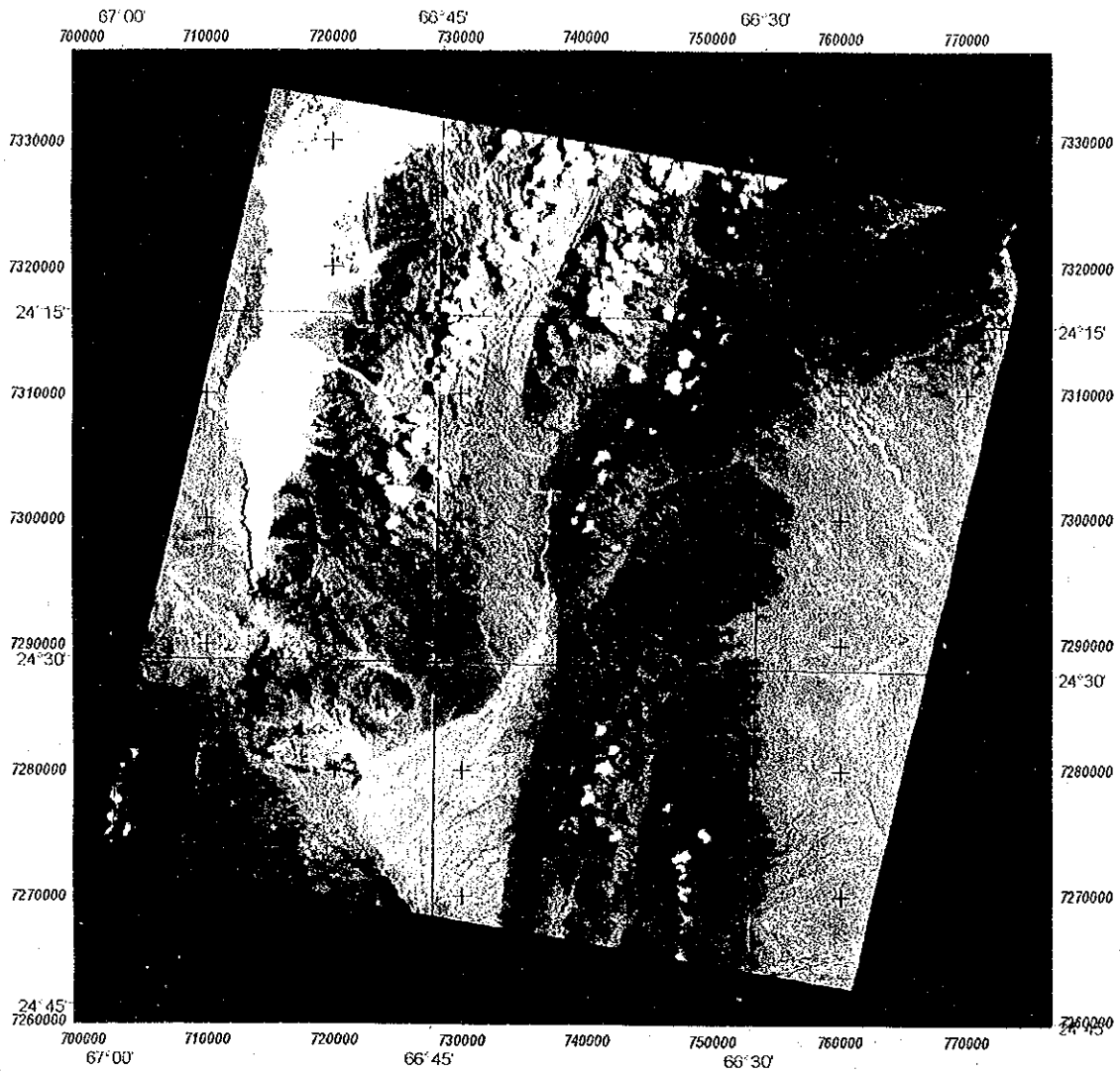
Fig.II-4-4-4-12 False color image of scene 203(BGR=147)

[シーン 203 の変質帯概略]



本シーンにはグランドツルースを行った Pancho Arias 鉱徴地を含む。

- 1 : Aln が卓越し、Kao を伴う。Ser は変質帯外周で卓越する。変質帯全域が Goe を伴い、周囲の Hem と対照的。母岩は中新世の火山岩。標高は相当高い。
- 2 : Aln+Ser からなり Goe を伴うが、Goe は北側の方が遙かに高い値を示す。母岩は中新世の堆積岩類。フォールスカラーでは緑色を帯びるが、比演算ではそれほど明るい白色は呈さない。
- 3 : 北側は Kao、南側は Aln が卓越する。変質帯周囲にも Ser は広く分布する。強い Goe 化を受ける。母岩はカンブリアの堆積岩類。比演算・フォールスカラーでは変質帯特有の色調は呈さず、わかりにくい。
- 4 : Pancho Arias 鉱徴地。比演算・フォールスカラーで非常に明瞭な変質帯。Kao に富み、Ser を伴う。Goe の焼けが明瞭。母岩はオルドビスの花崗岩からなり、変質帯以外では酸化鉱物は少なく変質帯の Goe と対照的。
- 5 : Kao を主とし、Ser を伴う。Goe は 4 に較べてずっと少ない。カンブリア・オルドビスの花崗岩類を母岩とする。
- 6 : 変質帯の中心は Aln+Kao からなり、大部分は Ser からなる。明瞭な Goe のヤケを伴う。母岩はオルドビスの花崗岩。変質帯以外の花崗岩では酸化鉄鉱物は少ない

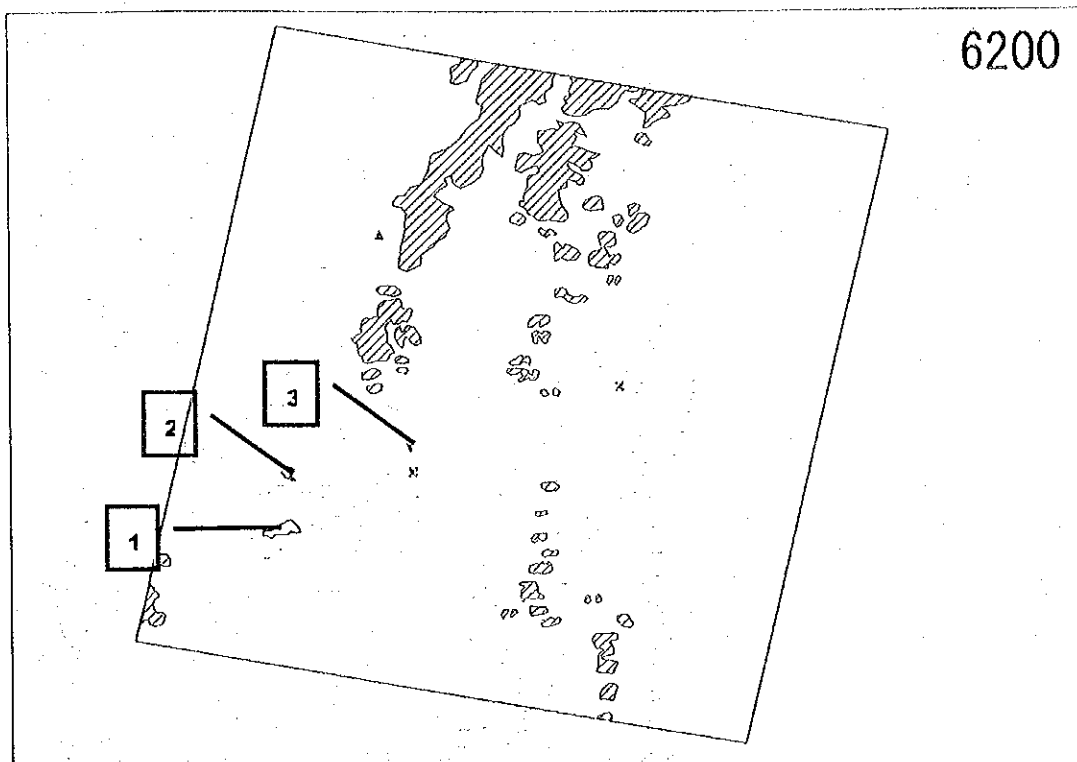


**SCENE 6200**

**IMAGE: TERRA/ASTER BGR=147**  
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**  
**PROJECT: JICA/IMAJ/MEC**  
**DATA: ERSDAC/JAPAN**

Fig.II-4-4-13 False color image of scene 6200(BGR=147)

[シーン 6200 の変質帯概略]

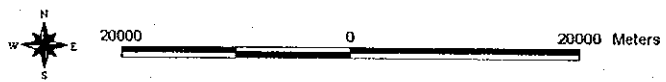
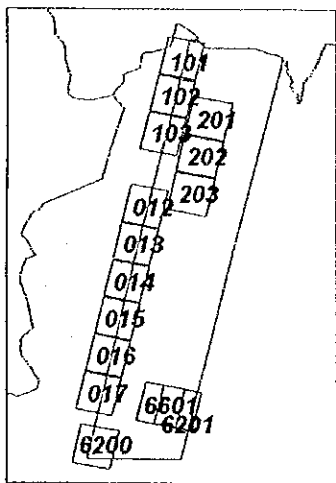
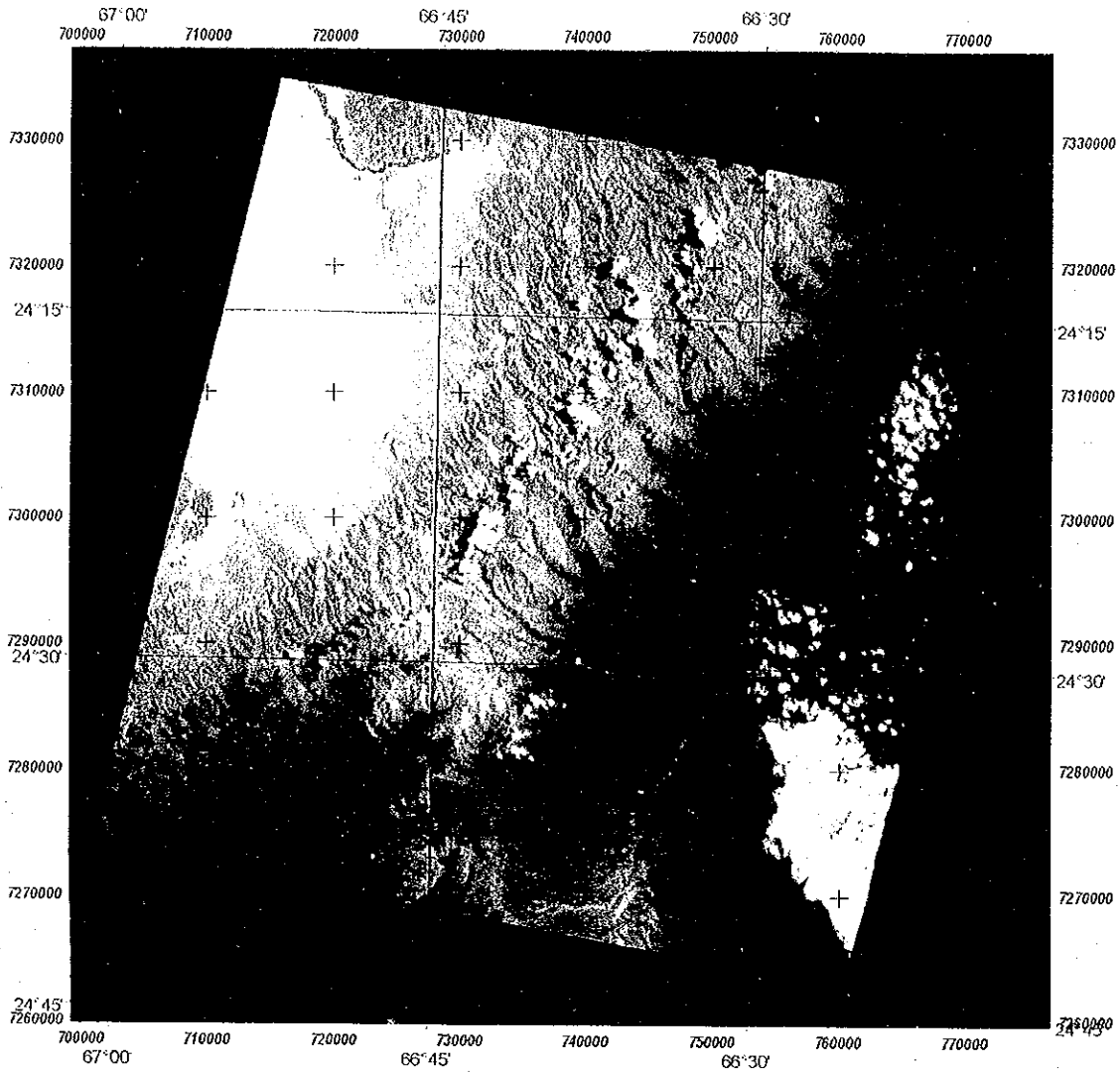


本シーンは調査対象地域の南西縁にあたる。抽出された変質帯は少ない。本シーンではグランドツルースを実施した個所はない。

1 : Ser を主とし、わずかに kao を伴う。Goe はあまり多くないが、周囲は Hem からなる。母岩は古生オルドビス紀花崗岩類。

2 : Aln+Ser からなり弱い焼け(Goe)を伴う。母岩は 1 と同様にオルドビスの花崗岩類。

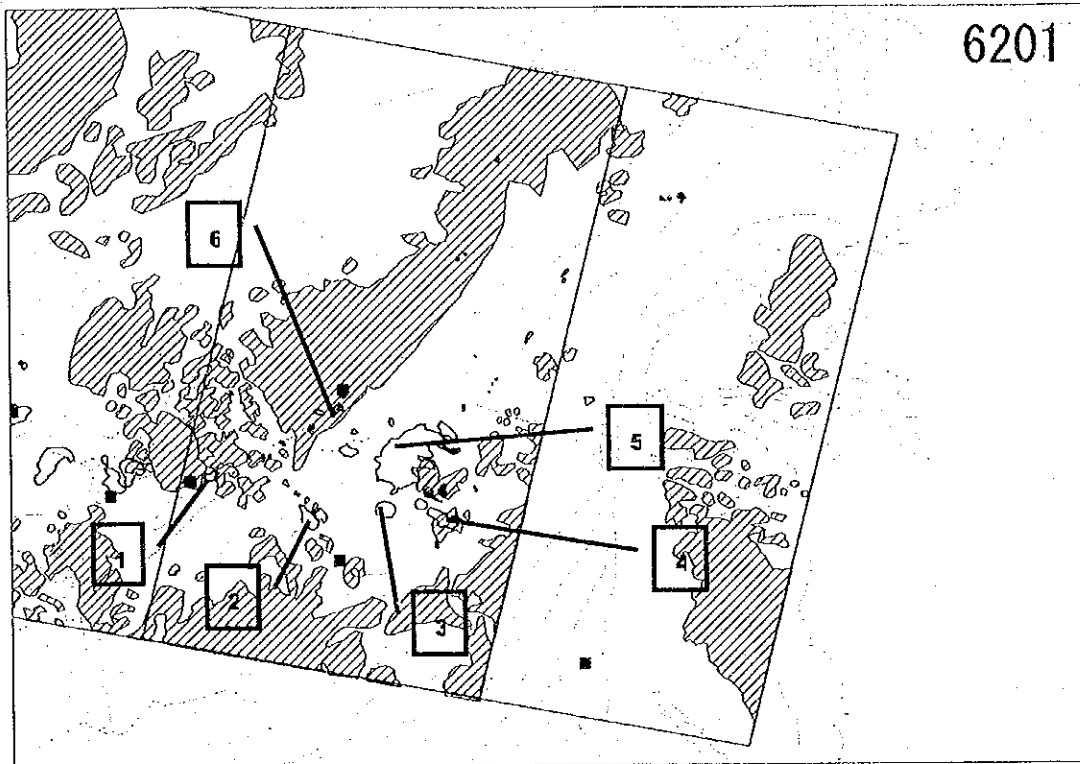
3 : Aln+Ser ?。小規模で明瞭な特徴を示さない。酸化鉄鉱物も明瞭な分布を示さない。フォールスカラーでは灰色、比演算は黄褐色を呈し、明瞭な変質帯の特徴を示さない。この南側に Sn-W 鉱床があるが対応する変質帯は認められない。母岩はオルドビスの花崗岩



**SCENE 6201**

**IMAGE: TERRA/ASTER BGR=147**  
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**  
**PROJECT: JICA/IMMA/JJMEC**  
**DATA: ERSDAC/JAPAN**

Fig.II-4-4-4-14 False color image of scene 6201 (BGR=147)



本シーンは Bajo de la Alumbrera 鉱山を含むシーンの東側にあたる（一部重複）。Agua Rica、Firo Colorado 等の鉱徴地や Capillitas 鉱山等重要な鉱床が多く分布するシーンである。

1 : Aln+Kao+Ser が分布するが明瞭な変質帯中心は不明瞭。Hem や Goe を欠く。変質帯は中新世の塩基性火山岩と古生代の花崗岩の境界付近に位置することから、どちらかは不明。

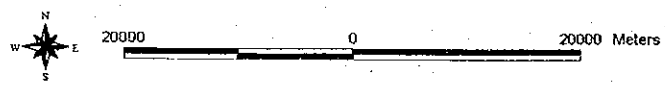
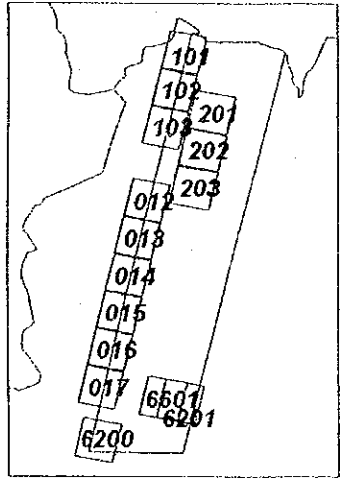
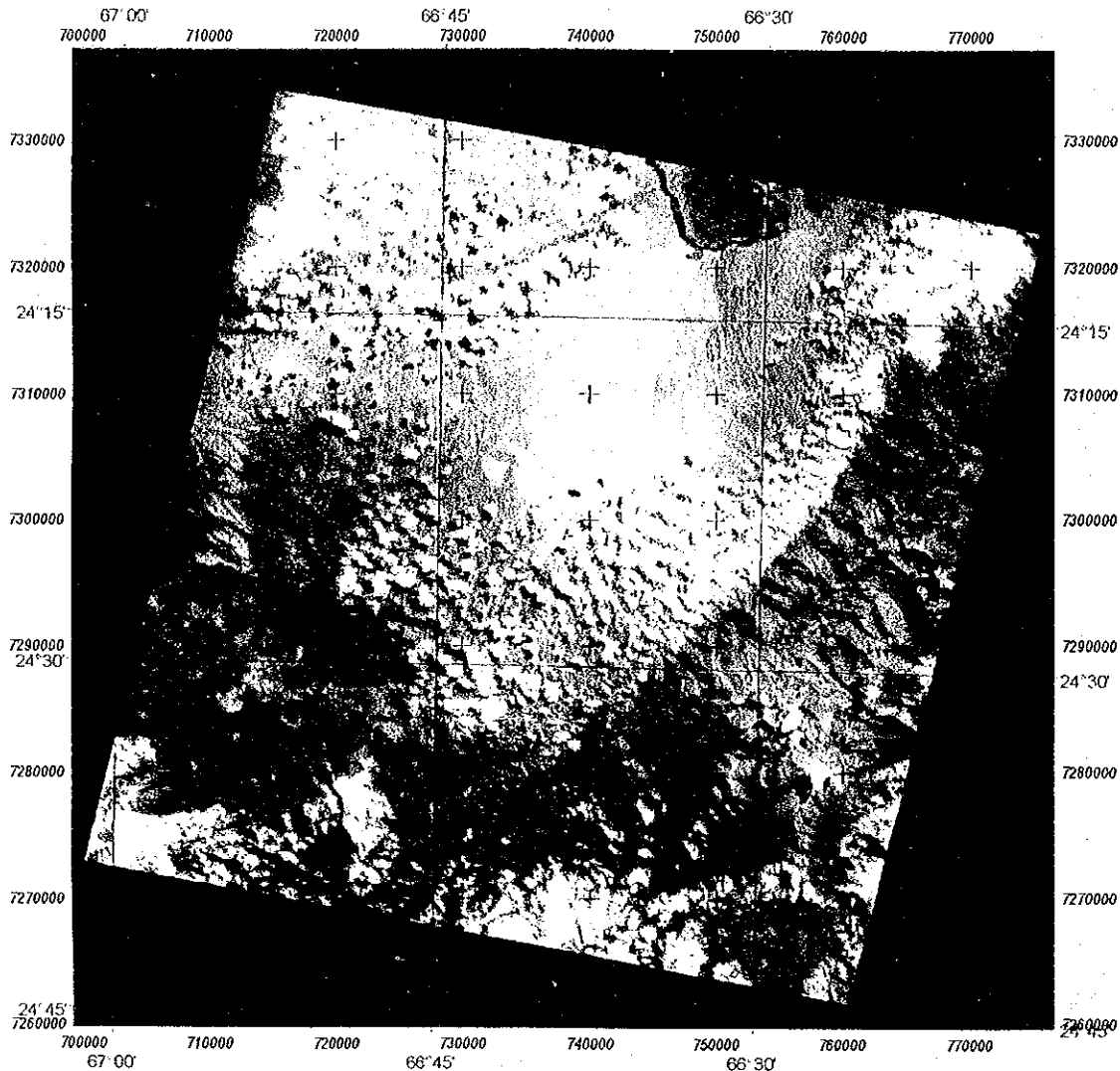
2 : Agua Rica ポーフイリー銅鉱床。植生に覆われた変質帯。Aln を主とする。変質帯は隣接するシーン 6601 の画像の方が明瞭。母岩はカンブリア・先カンブリアの片岩類。3 : Firo Colorado 鉱徴地。Aln と Kao からなる明瞭な環状構造。この外側に弱い Ser 変質を伴う。Aln+Kao の部分には Goe が認められるが、その量は少ない。

4 : Ser を主とし、Aln や Goe を伴う。Kao は認められない。変質帯の周囲は Hem が卓越。変質帯の中心は南東端付近。母岩はカンブリア・先カンブリアの片岩類。

5 : Ser の大規模な変質帯。部分的に Aln を伴う。全体は Goe 化し、周囲の Hem と対照的。フォールスカラーでは灰色を呈し、変質帯の特徴は認められない。反面、比演算では明るい白色を呈する。母岩はカンブリア・先カンブリアの片岩類であるが、変質帯の境界は地質境界であると思われ地質図が間違っている可能性有り。標高が 5000m 以上であり確認は困難。近傍に見られるフォールスカラー上で暗褐色の部分は花崗岩類のペンダントルーフらしい。

6 : 山麓にそって小規模な変質帯が分布する。Aln+Ser の小規模な変質帯が多い。わずかに Goe を伴っている。フォールスカラー、比演算では識別できない。現地調査の結果では、断層崖の白色粘土であった。

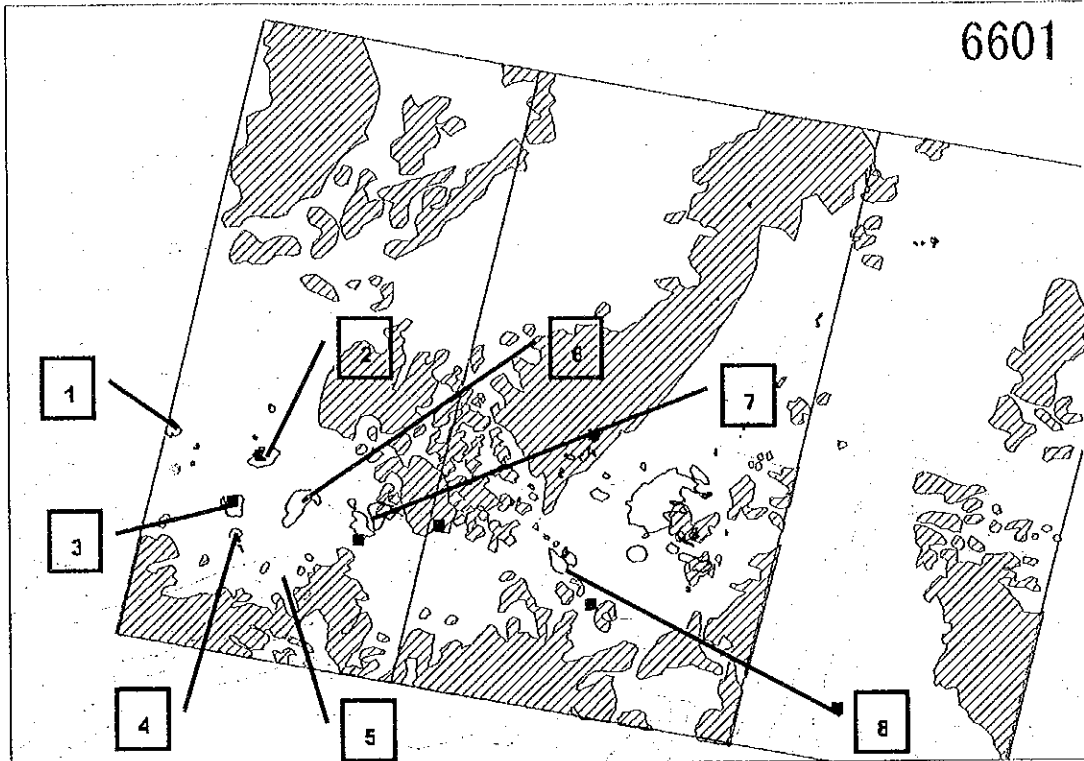




**SCENE 6601**

**IMAGE: TERRAIASTER BGR=147**  
**PROJECTION: Universal Transverse Mercator**  
**PROJECT: JICAIMMAJIMEC**  
**DATA: ERSDACIJAPAN**

Fig.II-4-4-4-15 False color image of scene 6601(BGR=147)



本シーンは Bajo de la Alumbrera 鉱山を含むシーンで前のシーン 6201 と一部重複する。Bajo de la Alumbrera 鉱山をはじめとする重要な鉱山、鉱微地や変質帯を多く含むシーンである。

- 1 : Agua Tapada 鉱微地。Kao と Ser からなり明瞭な Goe のヤケを伴う。この南東側にも Ser が認められる弱い変質帯が存在する。母岩は中新世の塩基性火山岩類。
- 2 : El Durazno 鉱微地。鉱山北方の Kao と Ser からなる変質帯。変質帯の中心に Cu の鉱床が位置する。Goe のヤケを伴う。Kao は局所的に濃集する。Ser からなる変質帯はフォールスカラーでは茶色を呈し、変質帯とは認識できないが、比演算画像では白色を呈している。母岩は 1 と同じ。
- 3 : 現在稼行中の Alumbrera 鉱山。ピット外周部は Kao が卓越し Aln を伴う環状を示し、Leached cap の存在をうかがわせる。ピット内部は Ser からなり Aln, Kao は検出されない。鉱山北東には堆積場があり、Aln, Kao および Ser が分布する。なお、ピットと堆積場は新鮮岩であることから Goe や Hem も検知されない。このことから酸化鉄鉱物が同定されていることを示している。
- 4 : 鉱山南部の変質帯。Ser を主とし、わずかに Kao の濃集部が認められる。Goe の明瞭な焼けを伴う。なお、変質帯周囲は弱い Chi が検出されている。
- 5 : 変質帯ではないが非常に強い Goe が地質境界と境界を同じくして分布する。地質はカンブリアの堆積岩類。
- 6 : 山の西斜面に変質帯が分布する。中腹には帯状の Kao の濃集部が認められる。Goe の焼けが認められるが、Goe そのものは山の東側の方がより多く検出されている。現地の鉱山技師によると Alumbrera 鉱山からのほこりが被っているのではないかとのことである（この地点の西側に鉱山の

大堆積場などがあること、この付近全体は常に北西風が強いことなどから鉱山からの砂じんが山の西斜面に残っている可能性はある)。

7 : Aln が卓越し、東端には Kao の小さな濃集部が存在する。また全体として Ser を伴う。Goc の焼けを伴う。母岩は中新世の塩基性火山岩類。変質帯に隣接して Cerro Atajo 鉱山 (Cu) が存在する。

8 : Agua Rica 鉱徴地。シーン 6201 でカバーされた植生の中の変質帯。Aln+Ser からなり、北東側に Kao の濃集部が存在する。弱い Goc のヤケと判断されるが、植生情報は Band2,3 に大きく影響することから、酸化鉄鉱物の同定結果の信頼性は低い。

#### 4-5 画像解析総合検討

今回の調査では ASTER 画像 15 シーンを利用して画像解析を行ったが、ASTER 画像未取得の地域については平成 9 年度アルゼンティン共和国資源開発協力基礎調査鉱物資源広域調査で作成した LANDSAT TM (以下 TM) による 10 シーンのマザイク画像を利用した。

この結果を示したのが Fig. 11-4-4-1-7 である。TM ではより広範囲の解析を行っているため、本調査地域の西側にかけて多くの変質帯 (青色で示した個所) を抽出している。しかし、ASTER の解析範囲内で比較した場合、今回の ASTER 画像でははるかに多くの変質帯を抽出している (赤色)。これは変質帯抽出処理が、TM ではフォールスカラー及び比演算画像を利用して抽出していること、ASTER ではこれらに加え等粒子モデルを利用して微弱なスペクトルの違いを識別していることによる。特に ASTER の優位性はスペクトル解像度が高いことであり、等粒子モデルのようなスペクトルパターンマッチング処理を有効に利用することができる。空間解像度については TM の 1 ピクセル 30m に対し、ASTER の可視画像では 15m であるが、変質帯抽出では短波長赤外バンドと合わせるため 30m としており短波長を利用するかぎりは違いはない。

本年度の現地調査では ASTER データによって抽出された変質帯の検証を実施した。その結果、変質帯として抽出された場所の多くが既知鉱床や既知鉱微地であること、またほとんどすべての地点で変質が確認でき ASTER の有効性を確認した。逆に変質帯を伴う浅熱水性鉱床やポーフィリー型の既知鉱床・鉱微地で ASTER で抽出できなかったものはほとんどないといってよい。しかし、変質ではあっても断層粘土や花崗岩類中の白雲母の多い地域を変質帯として抽出している。これらは変質帯を抽出するという能力の観点からすると当然抽出されるべきものではなく、センサー性能の欠陥ではない。しかし、その変質が鉱微を伴うものではない。今後の解析では鉱微に伴う変質とそうではないものの区別ができるかどうか、また現地で未確認の変質帯の検証が課題となろう。

ASTER で抽出された変質帯分布の特長をみると、特にシーン 012、013、014、015 を中心とする調査範囲西側の画像列に多くの変質帯を抽出することができた。抽出した変質帯の数は 15 シーンで 462 個所にのぼる。

なお、調査地域の東側は植生が密なため抽出された変質帯はほとんどないが、Tucuman 州 El Pago (シーン 6201) の例のように、ASTER により重要な鉱微地を密な植生の中から抽出している。植生の影響除去については Agua Rica の例のように、比較的薄い植生であれば良好に除去できることが分かった。

また、本年度の ASTER 解析では DEM の作成を行い、その利用可能性を検討した。具体的には DEM を利用し ASTER 画像による鳥瞰図を作成した。地表からの調査では高所から地形を観察できたとしても大規模なリニアメントや環状構造を認識することは難しい。しかし、DEM を使って鳥瞰図を作成することで大規模な構造や変質帯、岩相等の立体的分布を把握することができる。今回の解析では特に環状構造と変質帯の分布状況の把握に有効であった。

今回の解析ではさらに熱赤外データの利用可能性についても検討を行った。具体的には熱赤外データにより SiO<sub>2</sub> 含有量推定図 (Fig. 11-4-4-1-8) を作成し、現地での比較を行った。その結果、シリカ量が多いと推定される個所は、砂丘や崖錐などのような砂が堆積しているような個所、すなわ

ち第四紀層のようなところであること、一方、花崗岩類のような酸性岩類にもかかわらずシリカ量があまり高くない等の傾向が見られた。しかし、シーン 015 の Galan cardera 付近のように岩相によってシリカ量推定が異なっており、岩相の分布の違いを良好に示している。全体的には岩相の違いによるシリカ量の違いはみられるものの、その岩石がもつシリカ量を正確に示してはいないようである。これについては解析処理のところでも述べたように DEM を利用して標高補正を行う必要があるため、詳細な検討は次年度としたい。

#### 4-6 まとめ

乾燥露岩地域を対象とした本解析は、金属鉱床探査に衛星データを有効に活用できる ASTER で取得された実データを用い、鉱床に伴う変質帯の変質鉱物同定を同定することを目的とした。

解析に先立ち、以下の事前処理を行った。

- ・望遠鏡内/間に生じるピクセルずれを補正するバンド間レジストレーション
- ・疑似反射率変換係数（経済産産業省 2001）を利用した疑似反射率変換
- ・SAVI (Soil Adjust Vegetation Index) を利用した植物の反射スペクトル除去

変質鉱物の同定および半定量解析には、鉱物粒子間の反射・吸収を考慮した等粒子モデルを用いた。本解析では、広汎に認められる 9 種の鉱物を選択し、これら鉱物を混合した分光反射率のデータベースを等粒子モデルによって作成し地表面の鉱物同定および半定量解析を行い、鉱物マッピングを実施した。

また、雲のない連続する 5 シーン の立体視データから DEM を作成した。作成した DEM の空間分解能は 30m とし、同時に VNIR および SWIR の各データについて空間分解能 30m の正射投影変換画像を作成するとともに衛星鳥瞰図を作成した。

さらに、ASTER の特徴の 1 つである熱バンドのデータについて大気補正と温度・放射率分離を実施し、平成 11 年度資源衛星データ解析（経済産産業省 2000）で提唱された変換式を使用して  $\text{SiO}_2$  含有量のマッピングを実施した。

ASTER の可視・短波長赤外領域及び等粒子モデル等を利用した変質帯抽出では、従来の LANSAT TM による解析に比べ飛躍的に多くの変質帯を抽出することができ、現地検証の結果、既知鉱床・鉱微地のほとんどが網羅されていることがわかった。今後は鉱微を伴う変質帯とそうではないものの識別、未確認変質帯の検証が課題となろう。