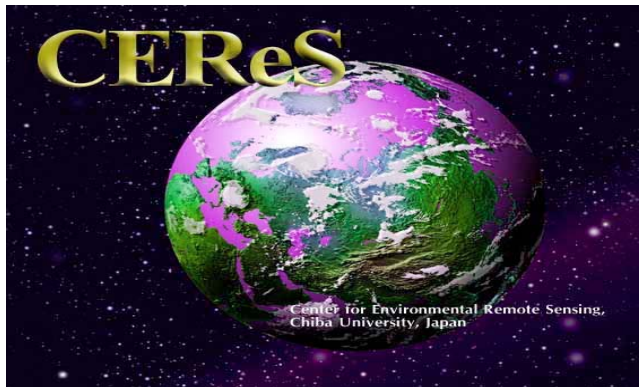




国立大学法人 千葉大学
National University Corporation
Chiba University

衛星画像により新疆・天山山脈氷 河表面のアルベドについて

GULIJIANATI ABAKE
グリジャナテ アバケ



千葉大学
理学研究科地球生命圏科学コース M2
西尾研究室

目次

- 研究背景
- 研究目的
- 研究对象地域
- 解析方法
- 考查
- まとめ

氷河研究。。。。

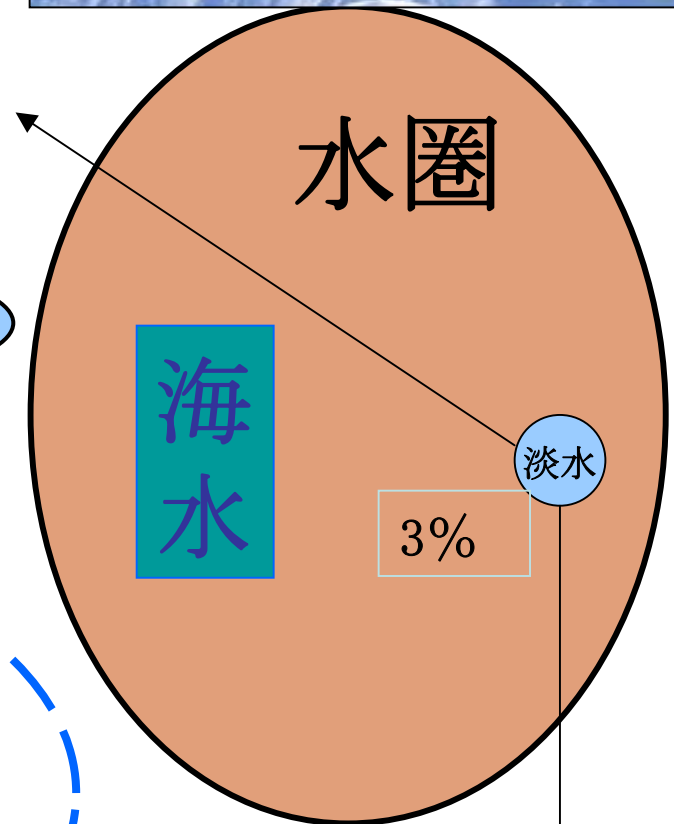


約**80%** (3.0×10^{19} kg) __ 氷雪として、
氷河、氷山、積雪、凍土氷など
__ 固体の状態

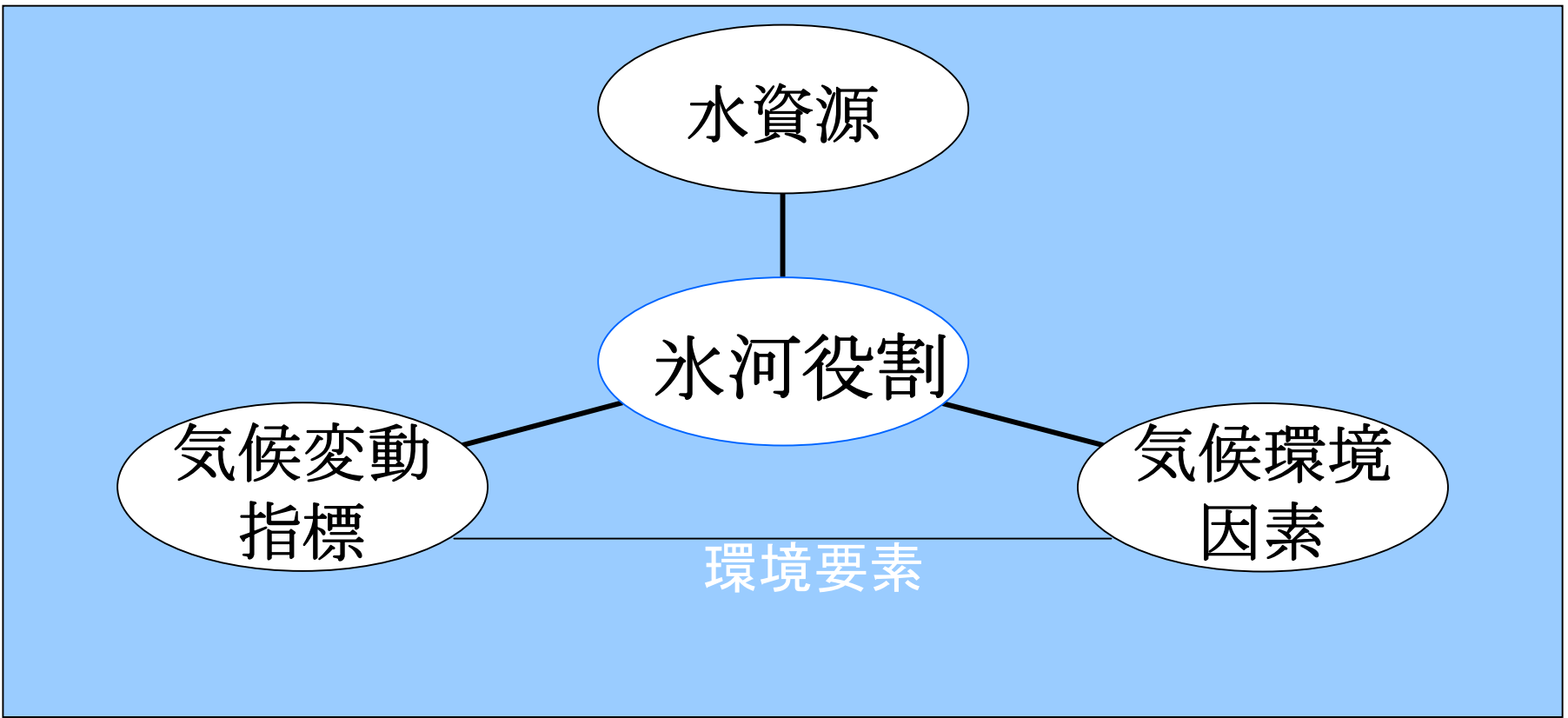
90%は南極大陸

9%はグリーンランド

残り**1%**の氷雪は
主に氷河として、
北極地域を中心に
寒冷地域や山岳地域に



氷雪、湖、
河川、地下水
などをなす



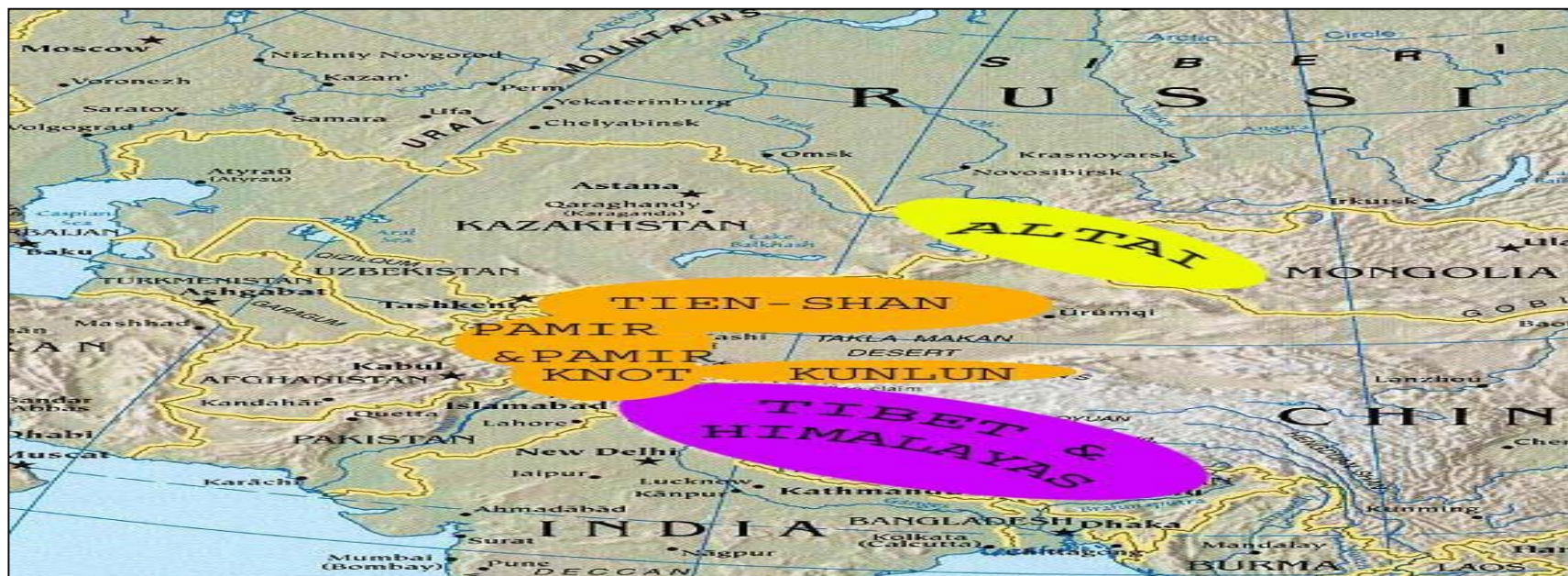
研究背景

1550年ごろから1850年ごろまで、地球は太陽活動の低下が主因と見られる**小氷期**に入っていた。1940年代ごろまでは、この小氷期からの温暖化（回復過程）によるものと見られる氷河の融解が世界的に進んだ。しかし、1950年代から1970年代にかけてこれはペースを緩め、その後**1980年代以降は再び融解が加速している。**



各国政府から任命された約2,500人の気候学者で構成されている**IPCC**（気候変動に関する政府間パネル）は、「**氷河の縮小は、19世紀中頃から世界の多くの場所で明らかであり広がっている**」と1996年に見解を述べている。

北極圏から南極圏の間の低緯度・中緯度地域では、高山の山岳氷河や氷冠といった形で氷河が存在している。大規模な氷河を有する地域として、ヒマラヤ山脈、チベット高原、天山山脈、ロッキー山脈、アンデス山脈、サザンアルプス山脈、アルプス山脈、スカンディナヴィア山脈などがある。また、氷冠を有する山として、キリマンジャロ、ケニア山、ジャヤ峰、ウィルヘルムなどがある。これらの氷河は現在いずれも後退していることが観測されている。



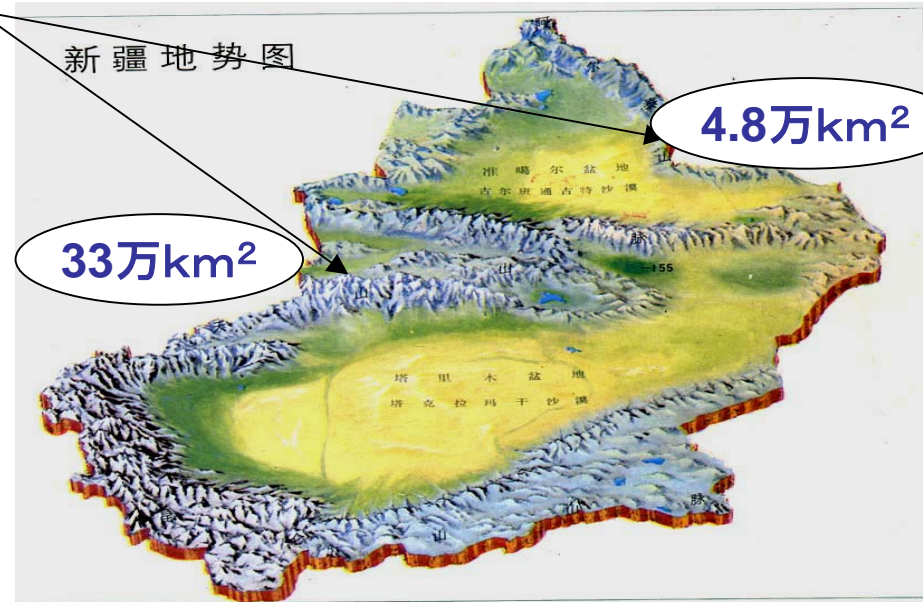
新疆ウイグル自治区
中国の最大の省区
中国の国土の約1/6

166万km²



タクラマカン砂漠
中国最大の砂漠
世界第二の流動砂漠
グルバンチュンギョト砂漠

新疆地势图



つまり、
面積の約1/4沙漠
中国の沙漠総面積の約2/3

水資源ソース :

降水

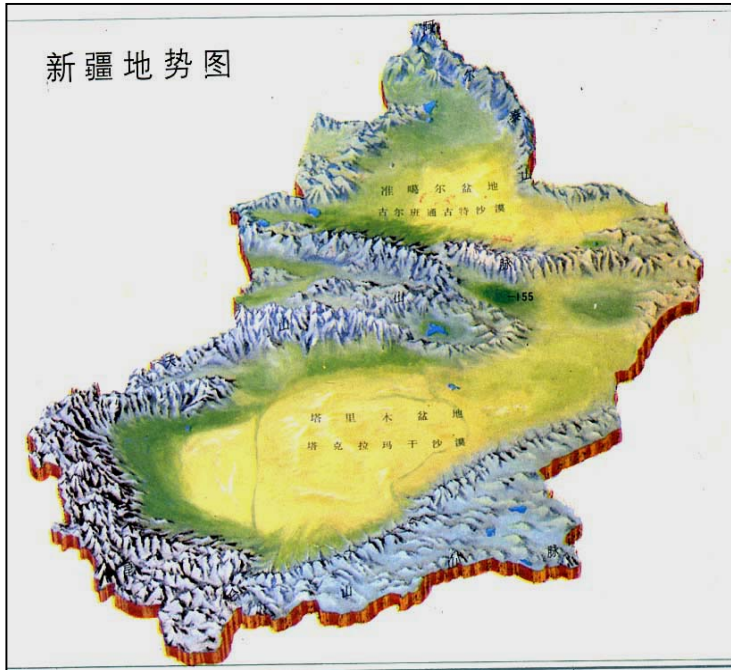
氷河融解水 → 地表水
→ 地下水



平均気温 6~8°C

降水量 : 山区 < 平原
蒸発量 : 山区 > 平原

蒸発量 ↓ 降水量 ↑



それぞれの量:
平均降水量 **150** mm
[平均蒸発量 **1500** mm]

地表水 __ 788.7 億 m³
地下水 __ 503.42 億 m³

水資源が **不欠**
水資源が **もっとも重要**

蒸発量 ↓
降水量 ↑

水資源 _____ 氷河

・例(地表水):

タリム河の上流部に流入するアコス川、ホタン川、ヤルカンド川

水資源： 降水52%、氷河融水48%
__Batur Abdurehyim



例(地下水)：カリーズ__天山山脈

Surface water in the Tianshan Mountain is source for groundwater in the Turpan Basin. (Kaysar Aji)

山脈から流下する
河川水

湖を涵養する
山麓ではオアシスを形成する
灌漑農業を支える

氷河が縮小、、、

Tianshan Mt: (statistical data from 74 glaciers)

Glaciers tended to **retreat** since the Little Ice Age .(LIU,1992)

The Urumqi No.1 two part in **1993** year, melting advancing quickly.



写真1 2005年8月20日の氷河



写真2 2006年9月10日の氷河

後退しつつある中国天山山脈No.1氷河

地球平均気温の上昇の影響により、氷河が過去40年間以来急速に融解している。

World Mountain Ranges with Large Glaciers

Table 1. World Mountain Ranges with Large Glaciers

Mountain Range	Height of Mt. Peak (m)	Height of Snow Line (m)	Glacier Area (Sq. km)	Glacier Storage (100 Million m ³)	Annual Glacier Melting Water Volume (100 Million m ³)
Tianshan Mts.	7435	3600-4400	9548	10106	96.2
Altay Mts.	4374	3000-3200	290	164	3.64
Karakorum & Kunlun Mts.	8611	5100-5400	3265	14365	79.09
Pamirs Mts.	7579	5500-5700	2258	2487	16.25
Total			23020	21349	198.5

氷河融解：雪氷面の熱収支によって決める。

* 何故氷河・氷床が融解する？

- ①放射熱(主に太陽からの短波長放射)
 - ②顕熱(雪氷面と接する空気から流入する熱)
 - ③潜熱(水蒸気の凝結や蒸発に伴い、交換される熱)
- そのうちに**放射熱**は氷河・氷床の融解において約50～80%の高い寄与率を示している。
 - 短波長放射には**アルベド**が大きく関係し、氷河・氷床上の雪氷生物や周辺土壌、ダスト等の不純物が表面アルベドの低下を招き、融解を促進している。

アルベド =

地表面からの反射光エネルギー
太陽からの入射光エネルギー

一般的には地表面が太陽の光を反射する割合

反射__入射したエネルギーをはじき返すこと。

アルベド__

入ってきた太陽エネルギーをどの程度反射しているのかを数字で表したものの。



雪氷学では、

表面のアルベド(光の反射率)が下がれば、太陽熱の吸収が大きくなって、その結果、雪や氷の融解を促進する効果を持っている。

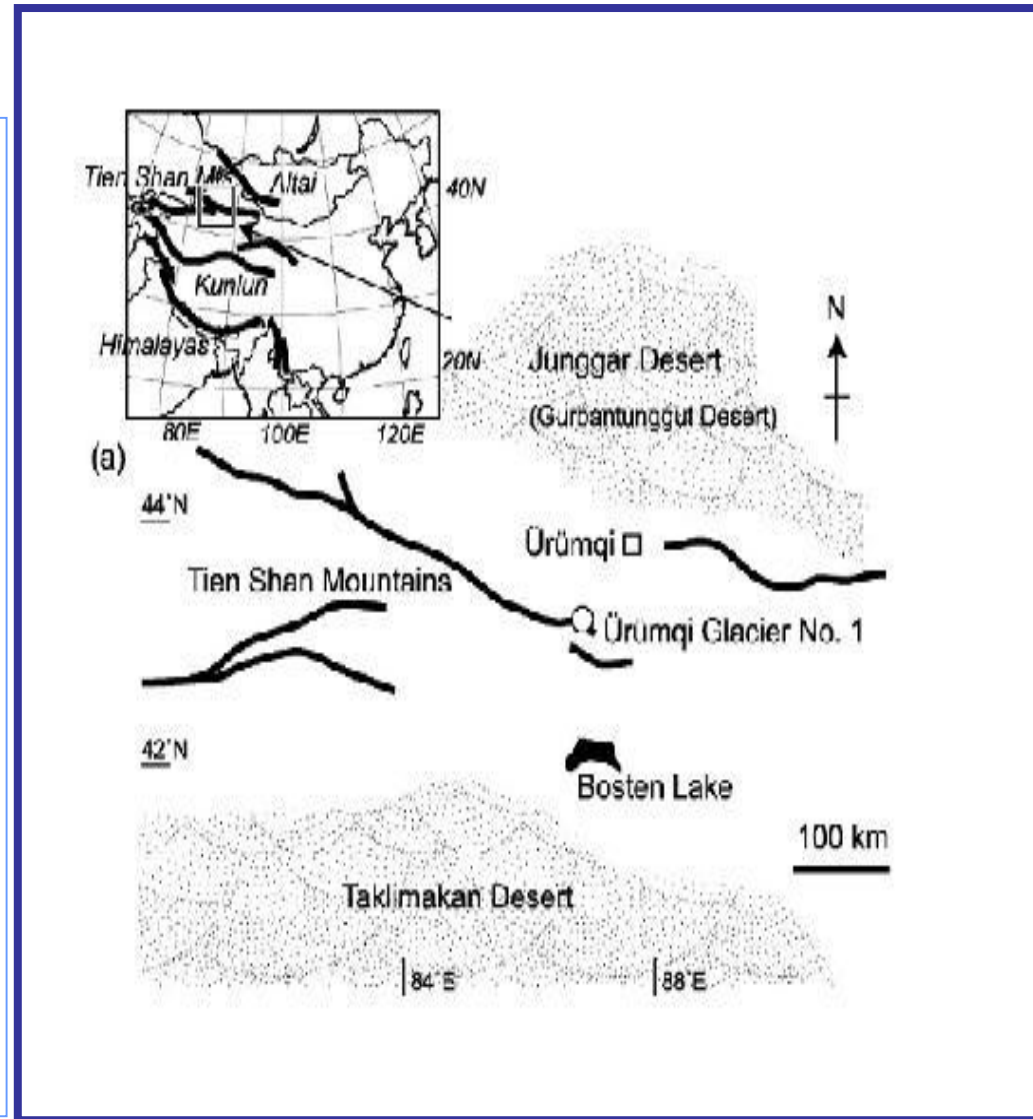
つまり、アルベドが下がることは雪や氷の融解を加速することになる。

アルベド下がるの理由

Υ 周りの砂漠からの砂
タクラマカン砂漠、
ジュンガル、…

Υ 発達している工業から
の汚染物質

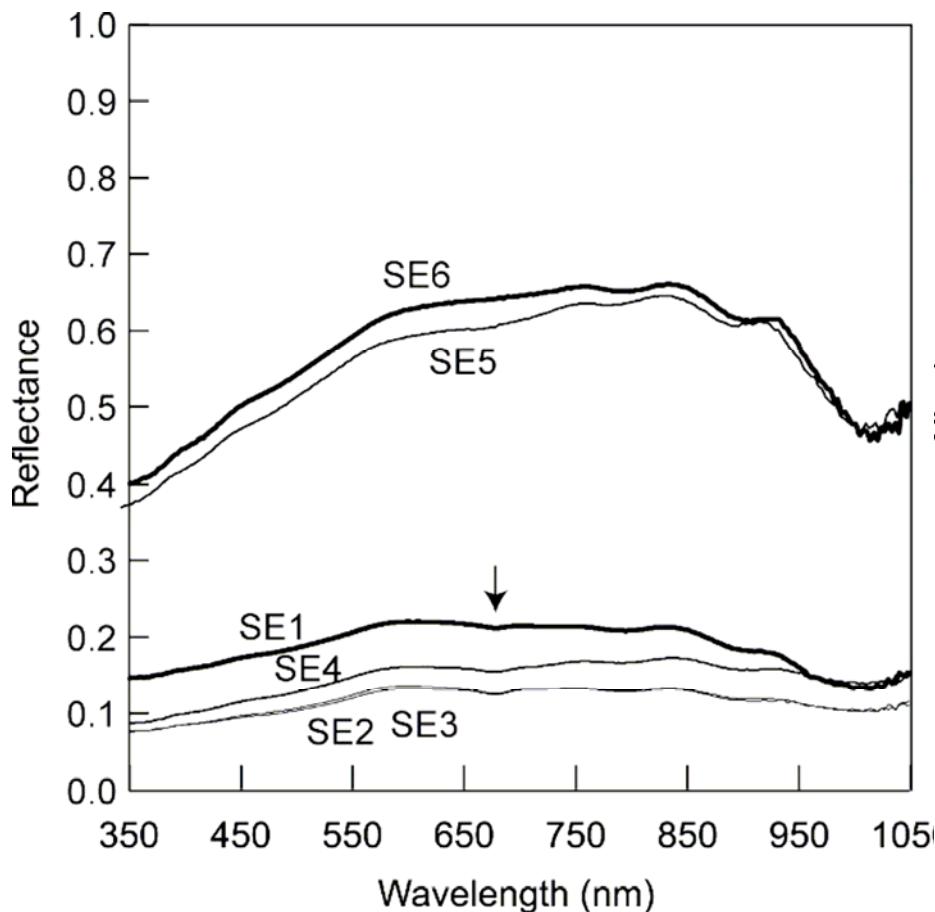
Υ 雪氷生物 氷河や積
雪表面には雪氷藻類
という寒冷な環境に適
応した生物が存在して
る。



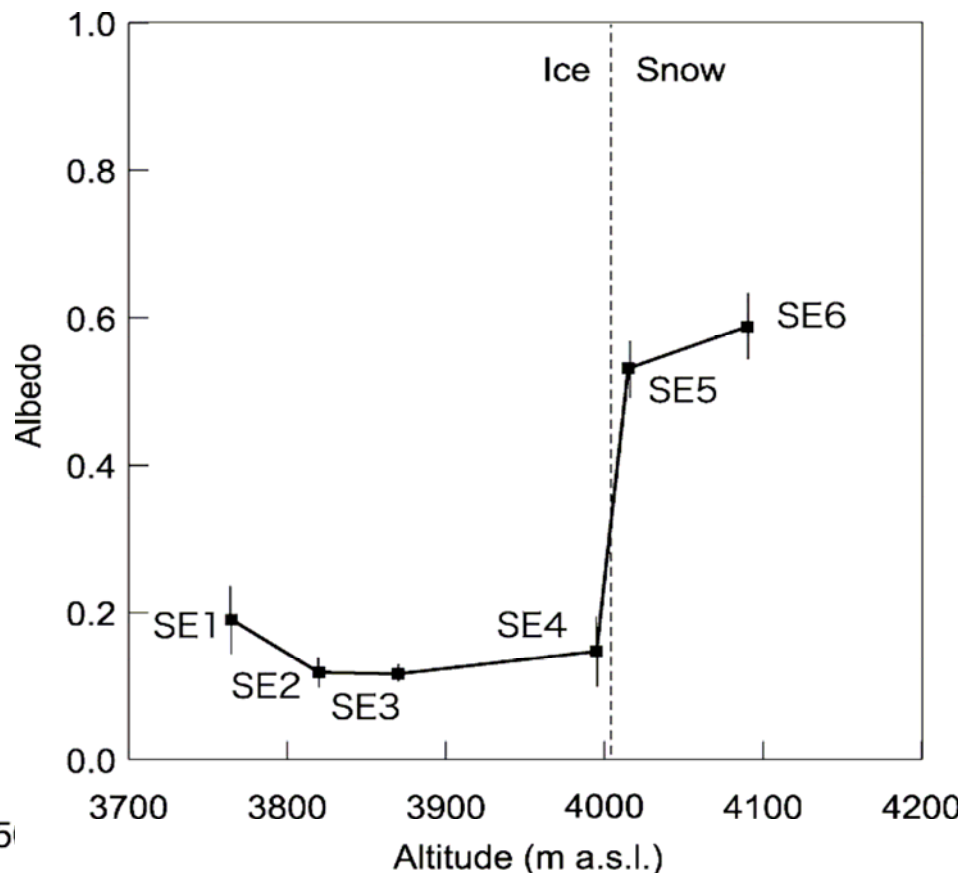


Spectral albedos in visible wavelength region on the surface of the Urumqi Glacier No. 1 (the east branch). An arrow shows absorption feature at 680 nm due to chlorophyll a in the surface dust. Error bars indicate standard deviation.

August 2006

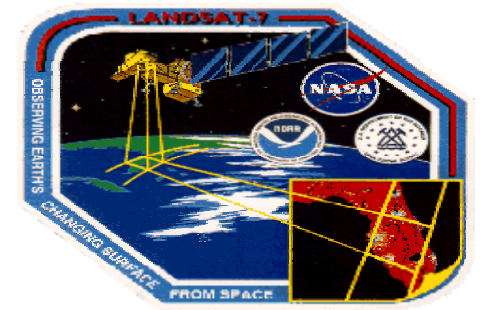


Altitudinal profile of integral albedos of visible wavelength region on the surface of the Urumqi Glacier No. 1 (the east branch).



ウルムチNo. 1氷河のある所でアルベドが下がっている。(竹内望、2008)

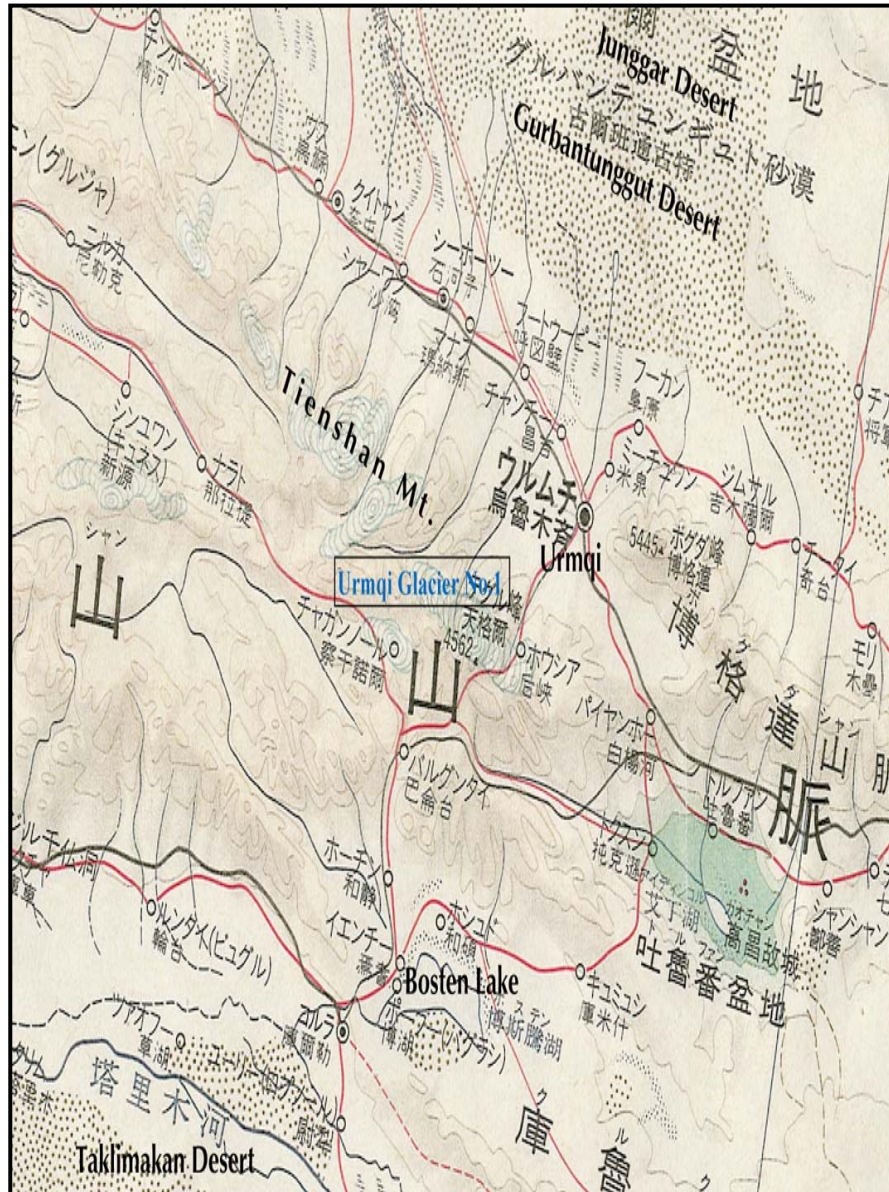
- ・ 氷河の全体的な情報を知る
- ・ リモートセンシングの利点
- ・ 衛星画像の特徴



目的: 衛星画像を用いて、全体的に氷河の表面アルベドを明らかにする。

Tianshan Mountain

- Between 40 and 50° N, and 67 and 95° E, Extend 2450 km
- From western section in the Soviet Union to the eastern section in China.
- There are 16396 glaciers.
- All rivers originating from the Tien Shan Mountains are part of an inland river system.
- Water in this inland arid area comes largely from alpine glaciers. Therefore, glacier variations have an important influence on the water resource.



Since the early 1970s The retreat of most of the glaciers in the TienShan has decreased slightly.

ex. Glacier No.1,

1963 ~1973s —>>> retreated at a mean rate of 6m/a

The mid 1980s —>>> annual retreat rate averaged 3.3m/a.

Table1. Recent change in glaciers in Tienshan Mountains

Period	Retreat %	Magnitude of change	of Advance %	Magnitude of change	of Stable
1960-1970	66.2	1.2-27.3	12.2	3.3-22.4	21.6
1971-1985	60.8	0.8-20.8	16.2	1.2-10.5	23.0

The retreat can be divided into two stages.

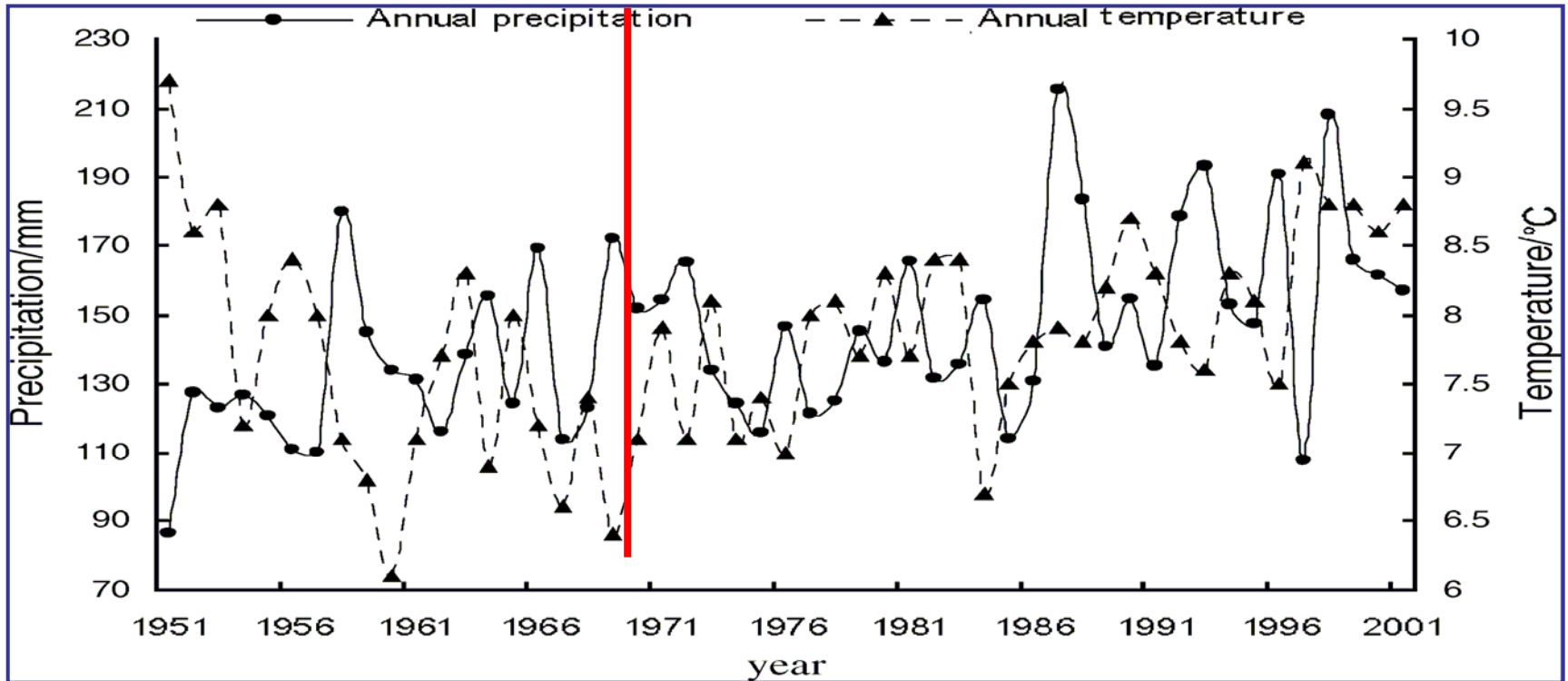
①From the late 1950s to the early 1970s

the number of retreating glacier was large, as was as the magnitude of the retreat.

②From the early 1970s to the end of the 1980s

fewer glaciers were retreating and the magnitude of the retreats was smaller.

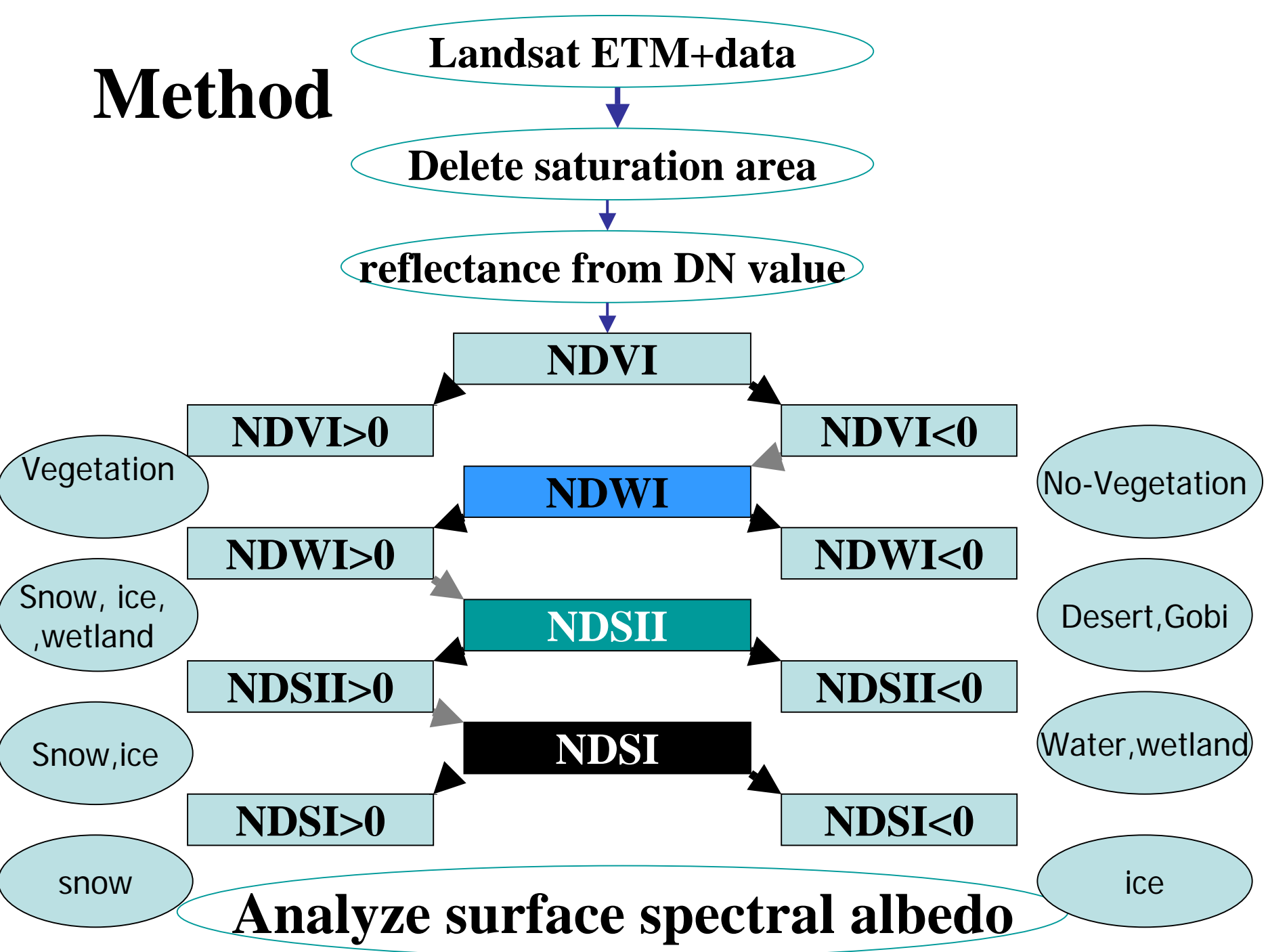
Background



Change of temperature and precipitation in Xinjiang.

- The Tien Shan glaciers _retreated(後退) **3 km** ___1860s ~2003.
- The total reduction(減少) Tien Shan glacier _ **14.2%** ___during the last 60 yr.

Method

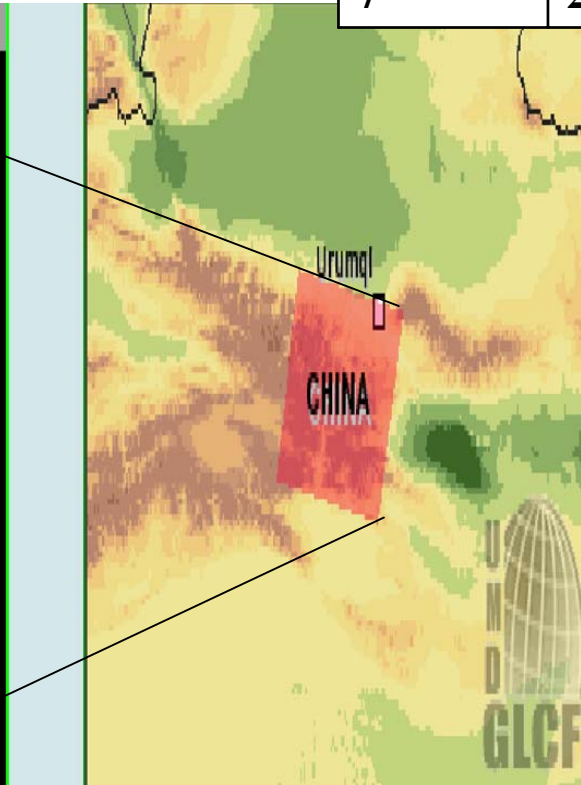
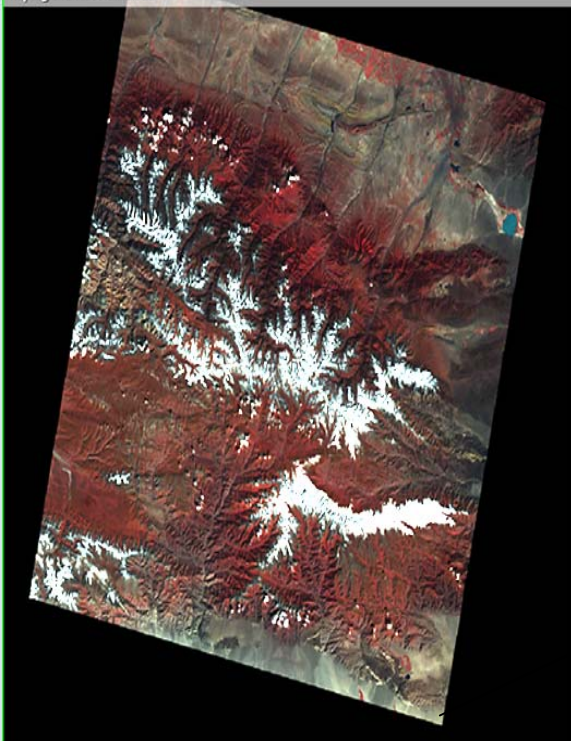


Landsat ETM+

Resolution:30m

band	Wavelength(um)	
1	0.45-0.52	blue
2	0.52-0.60	green
3	0.63-0.69	Red
4	0.76-0.90	Near infrared
5	1.55-1.75	Mid-infrared
6	10.4-12.5	Short-wave infrared
7	2.08-2.35	Mid infrared

Global Land Cover Facility
<http://glcf.umiacs.umd.edu>



- **Global Land Cover Facility**
- **2000-09-17**
- **Path 143 Row 030**
- **Lat: +43.1876978**
- **Long: +86.7028960**

Reflectance from DN value

$$\text{Radiance} = \frac{(\text{Lmax} - \text{Lmin}) / (\text{QCALmax} - \text{QCALmin}) * (\text{QCAL} - \text{QCALmin}) + \text{Lmin}}$$

DN value

Maximum radiance

maximum DN

minimum DN (0 or 1)

Minimum radiance

$$\rho_P = \frac{\pi \cdot L_\lambda \cdot d^2}{ESUN_\lambda \cdot \cos \theta_S}$$

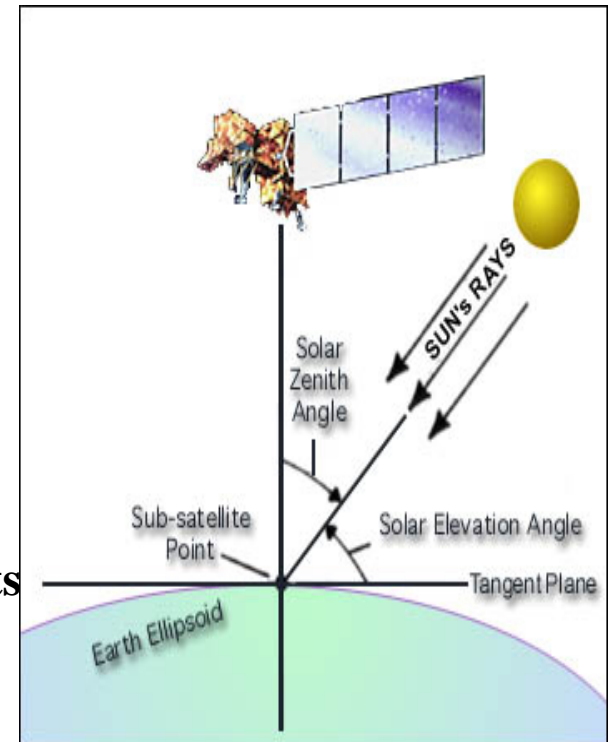
ρ_P = Reflectance

L_λ = Radiance

d = Earth-Sun distance in astronomical units

$ESUN_\lambda$ = Mean solar exoatmospheric irradiances

θ_S = Solar zenith angle in degrees



NDVI

- **Normalized Difference Vegetation Index (Thomas J. Jackson.2004) to estimate leaf water content and other physiological variables for grasses.**
- **$NDVI = (R_{NIR} - R_{RED}) / (R_{NIR} + R_{RED})$**
- **where R_{NIR} is the reflectance or radiance in a near infrared channel, R_{RED} is the reflectance or radiance in a visible channel**
- For Landsat data,
- **$NDVI = (Band4 - Band3) / (Band4 + Band3)$**

↓
near infrared channel (0.78–0.90 μm TM/ETM+)

↓
visible channel (0.63–0.69 μm TM/ETM+)

NDWI

- **Normalized Difference Water Index (Gao.1996)** for determine of VWC based on physical principles.
- **$NDWI = (R_{NIR} - R_{mid}) / (R_{NIR} + R_{mid})$**
- where R_{SWIR} is the reflectance or radiance in a mid-infrared wavelength channel (1.55–1.75 μm).

- For Landsat data,

- **$NDWI = (Band4 - Band5) / (Band4 + Band5)$**



near infrared channel (0.78–0.90 μm)



Mid-infrared wavelength channel (1.55–1.75 μm)

NDSII

- **Normalized difference snow/ice index)**
Xiangming Xiao et al. (2001)
- **Which uses reflectance values of red and mid-infrared spectral bands.**
- For Landsat data,
- **$NDSII = (Band3 - Band5) / (Band3 + Band5)$**

red channel (0.52–0.60 Am)

Mid infrared channel (1.55–1.75 Am)

NDSI

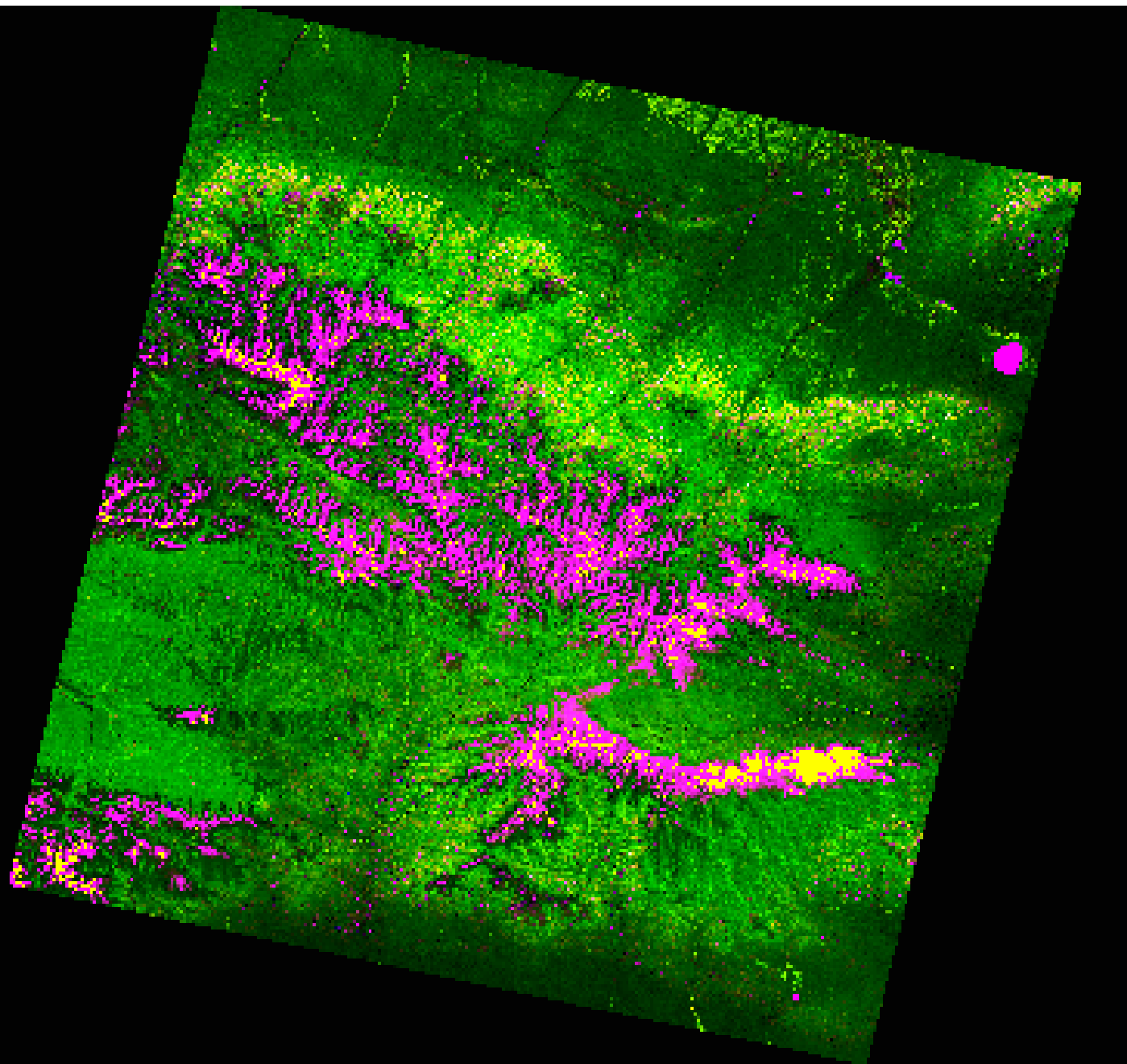
- **Normalized difference snow index** Dozier, J. (1989).
- **Which uses reflectance values of Green and mid-infrared spectral bands.**

- For Landsat data,

- $$\text{NDSI} = \frac{\text{Band2} - \text{Band5}}{\text{Band2} + \text{Band5}}$$

green channel (0.52–0.60 μm)

Mid-infrared wavelength channel (1.55–1.75 μm)



Green: vegetation

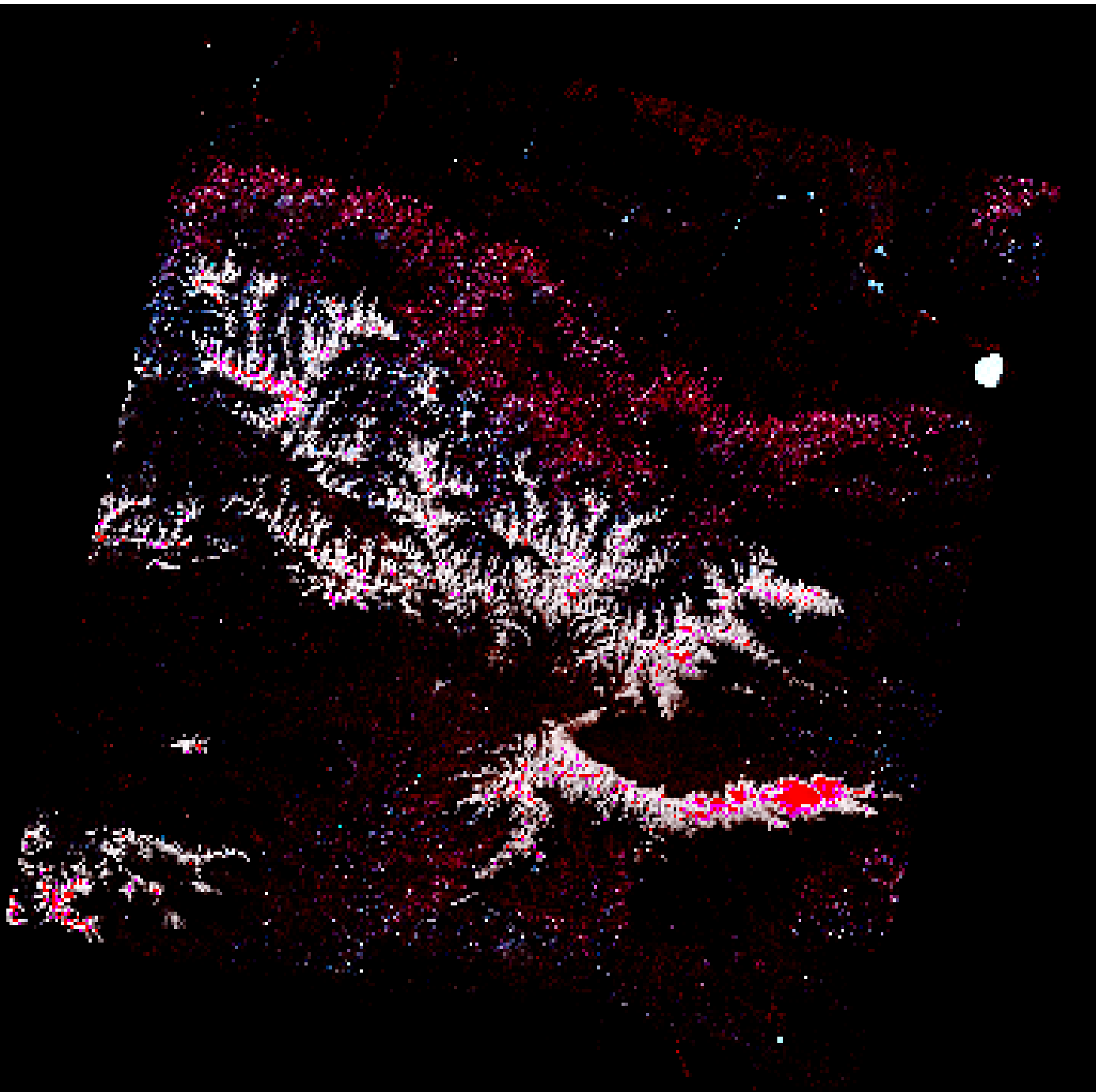
Red: Water area

Blue: snow

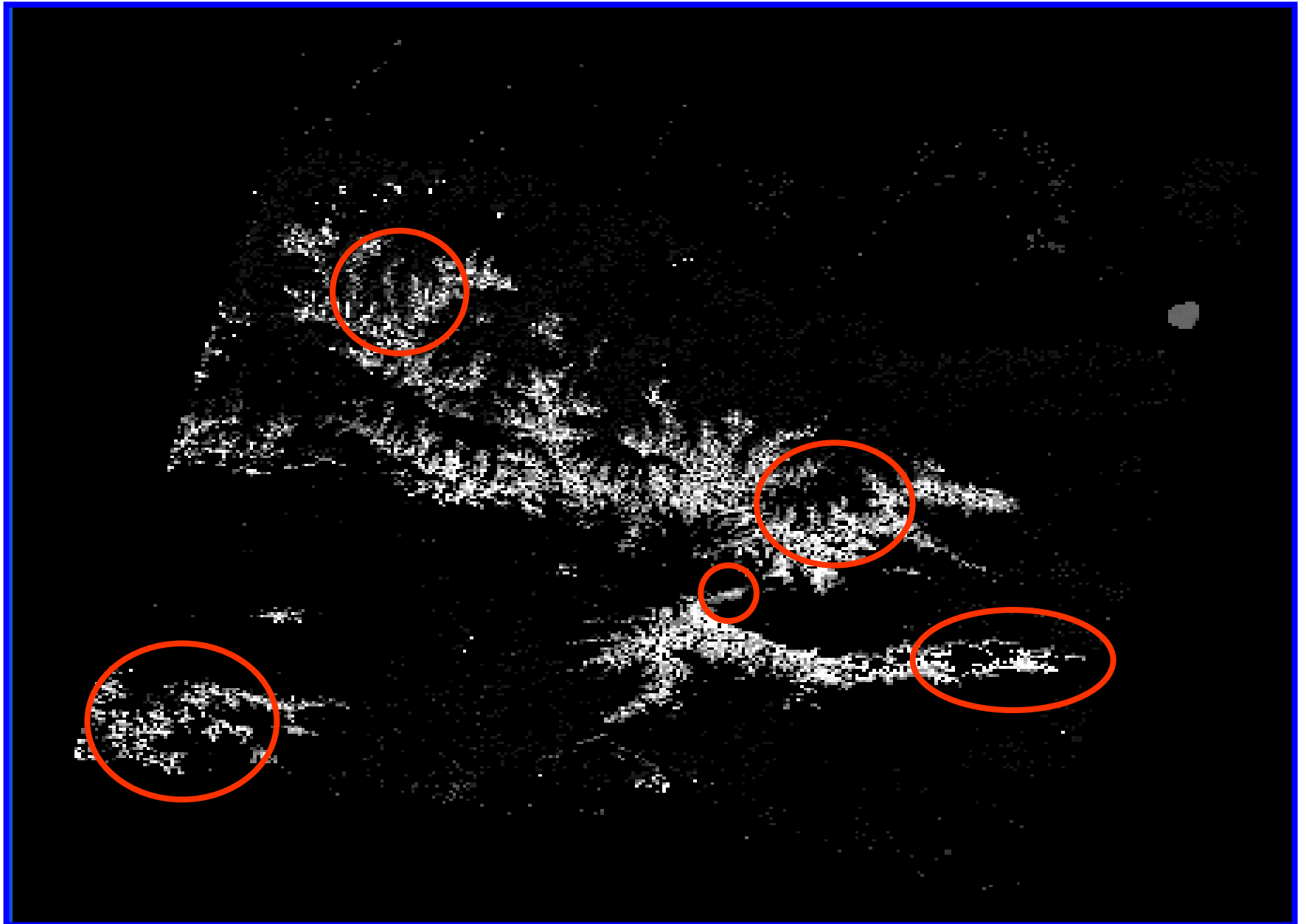
pink: snow/ice

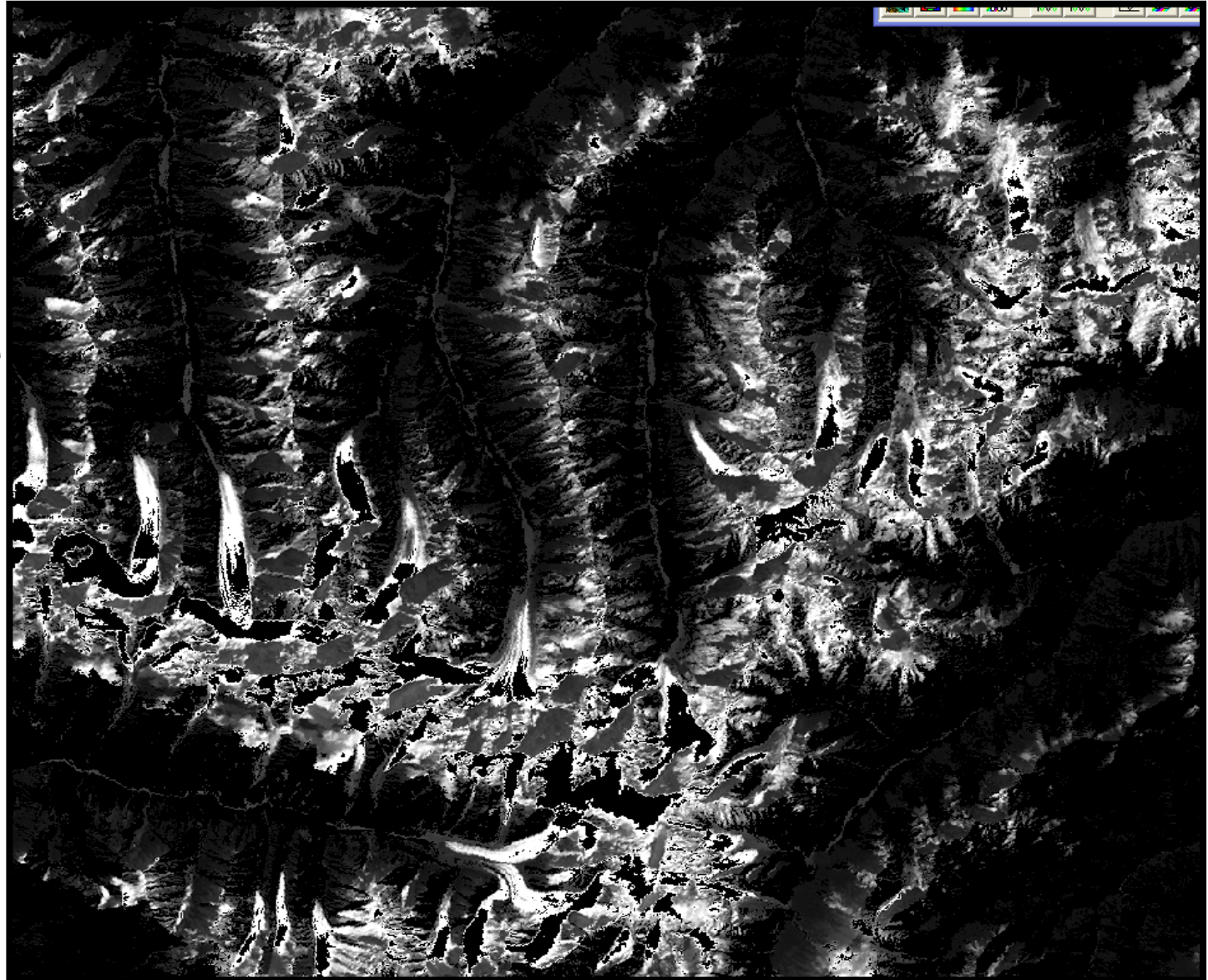
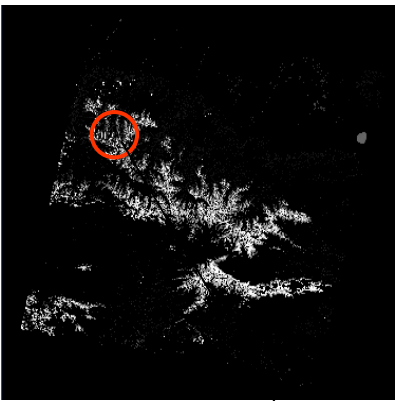
Yellow: saturated

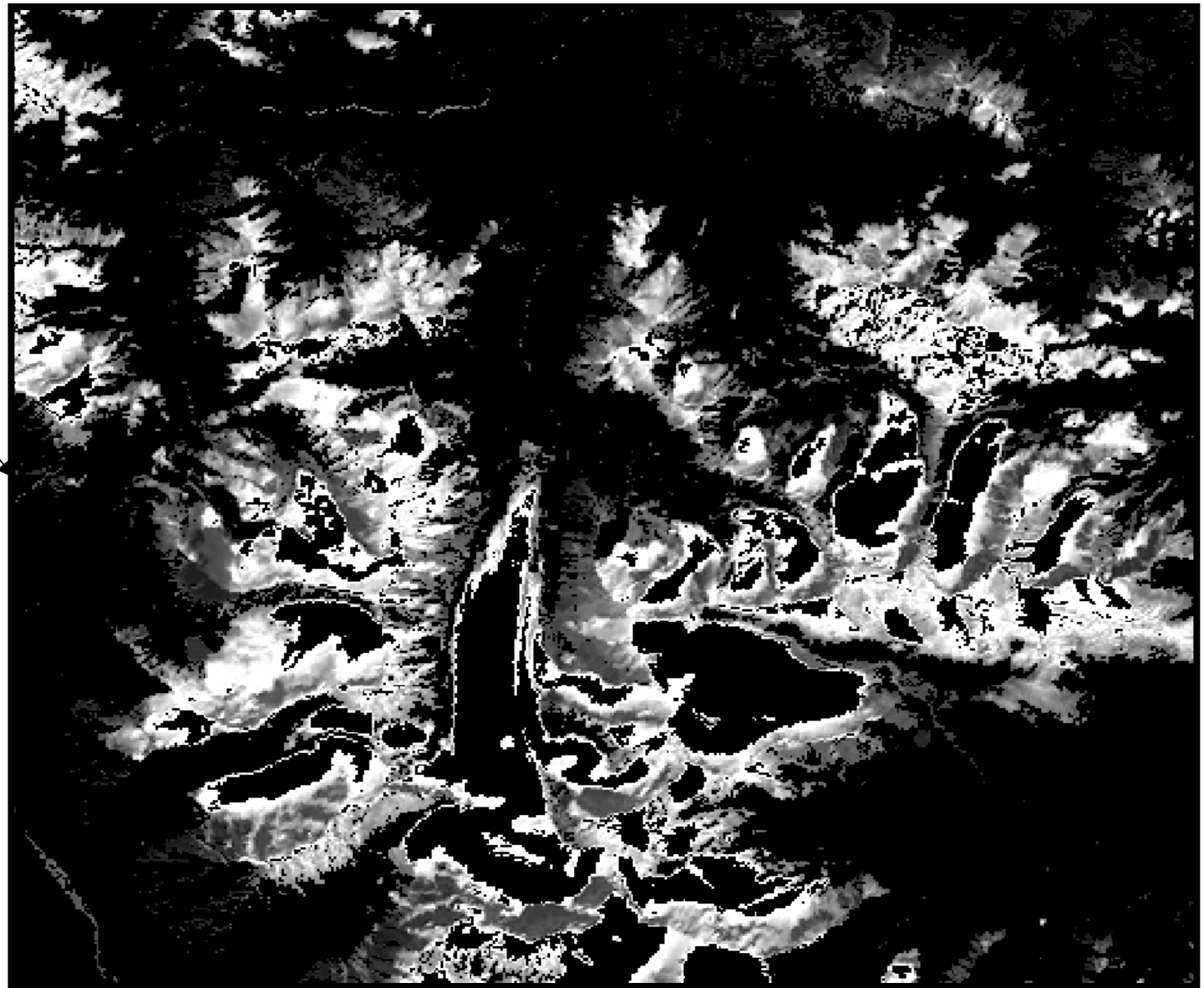
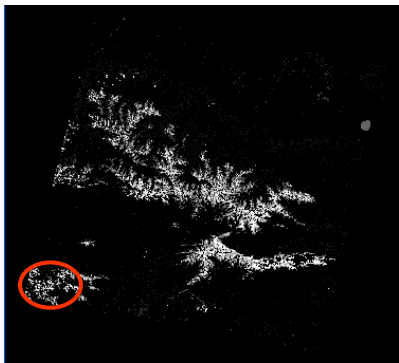
Red: water area
blue: snow
white: snow/ice

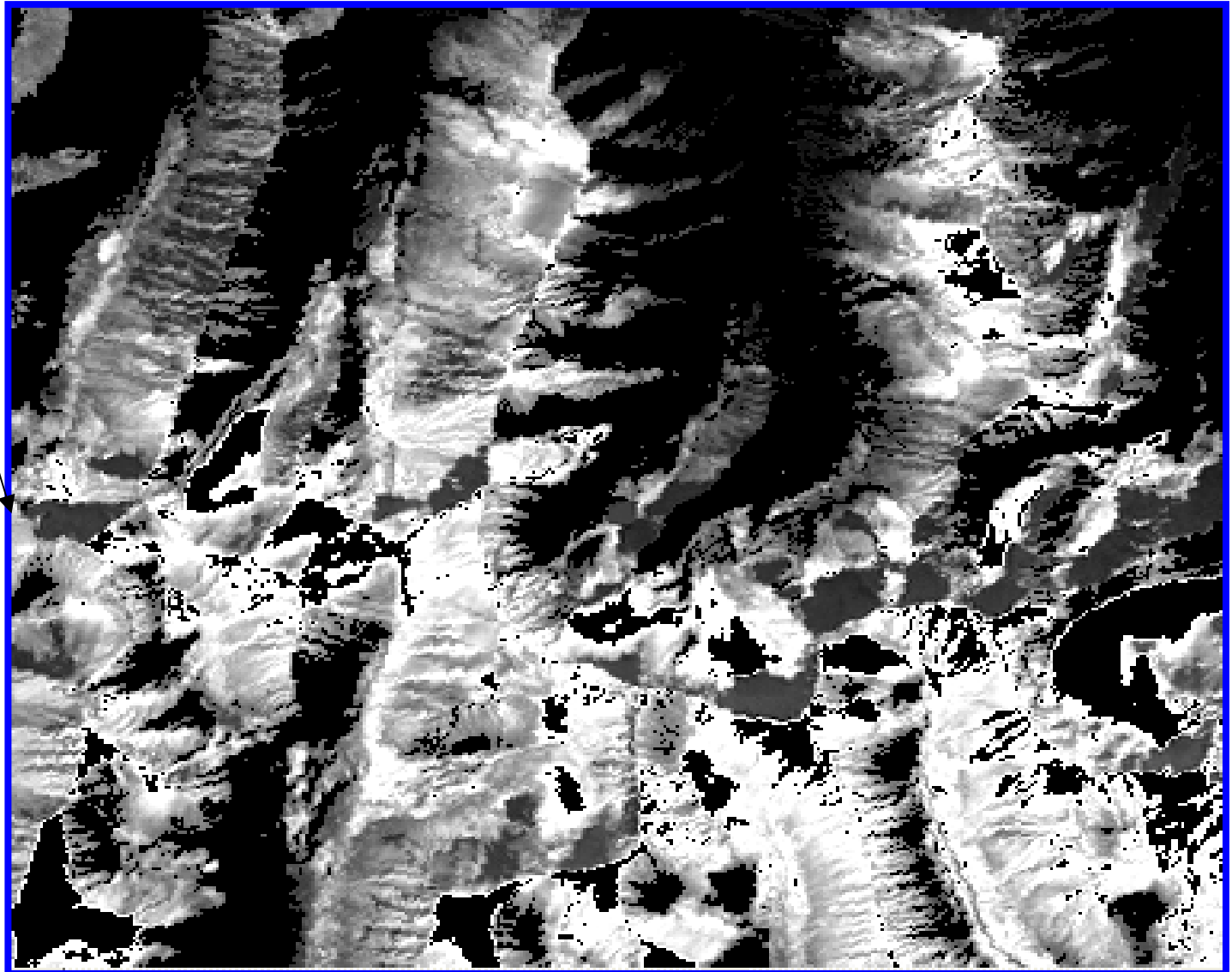
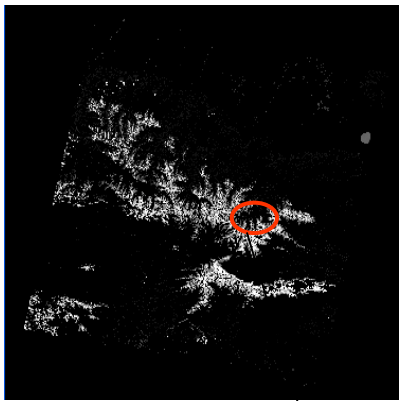


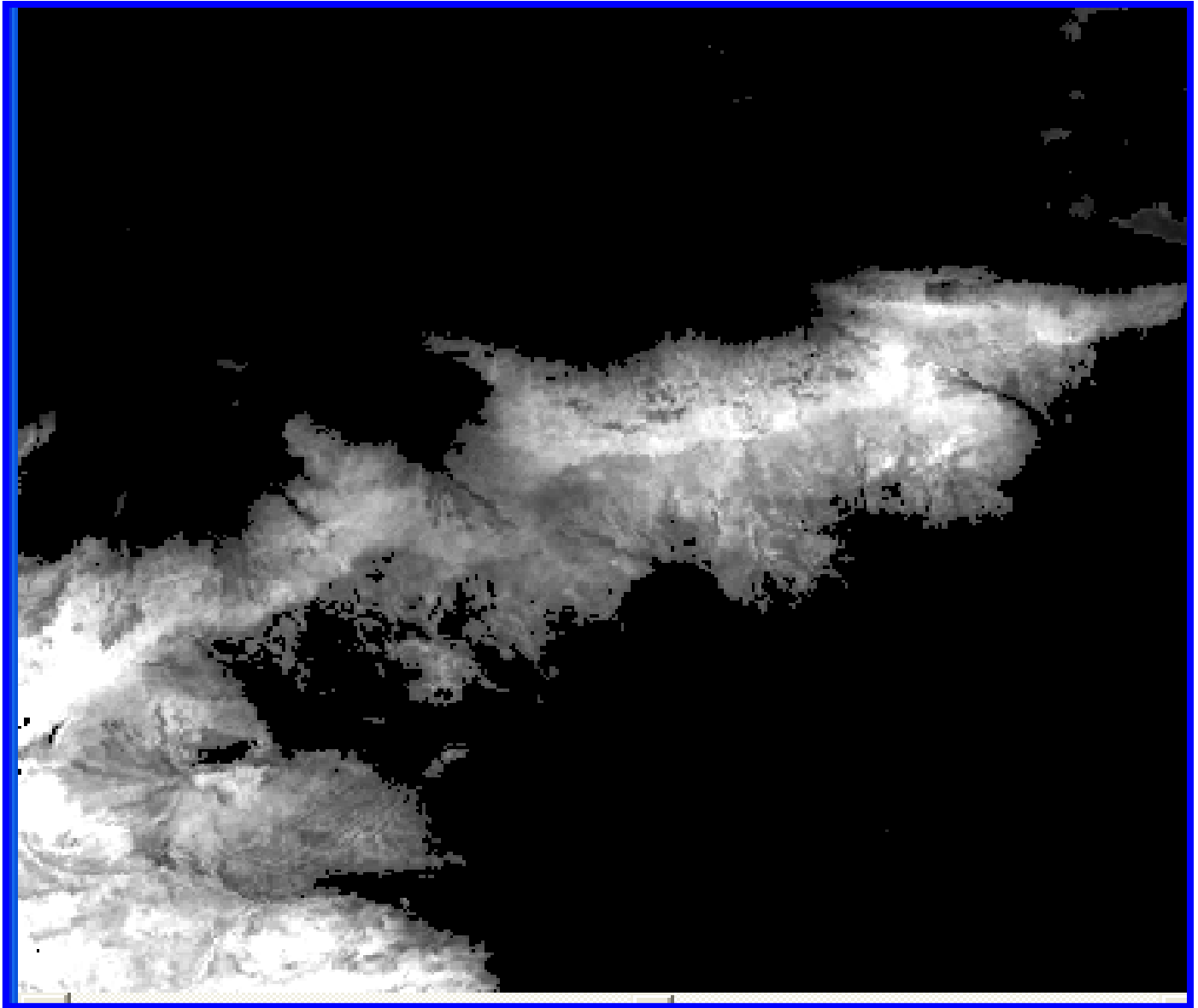
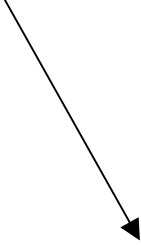
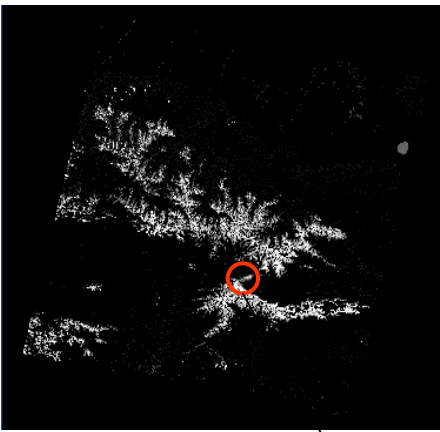
Band 2, 4, 7

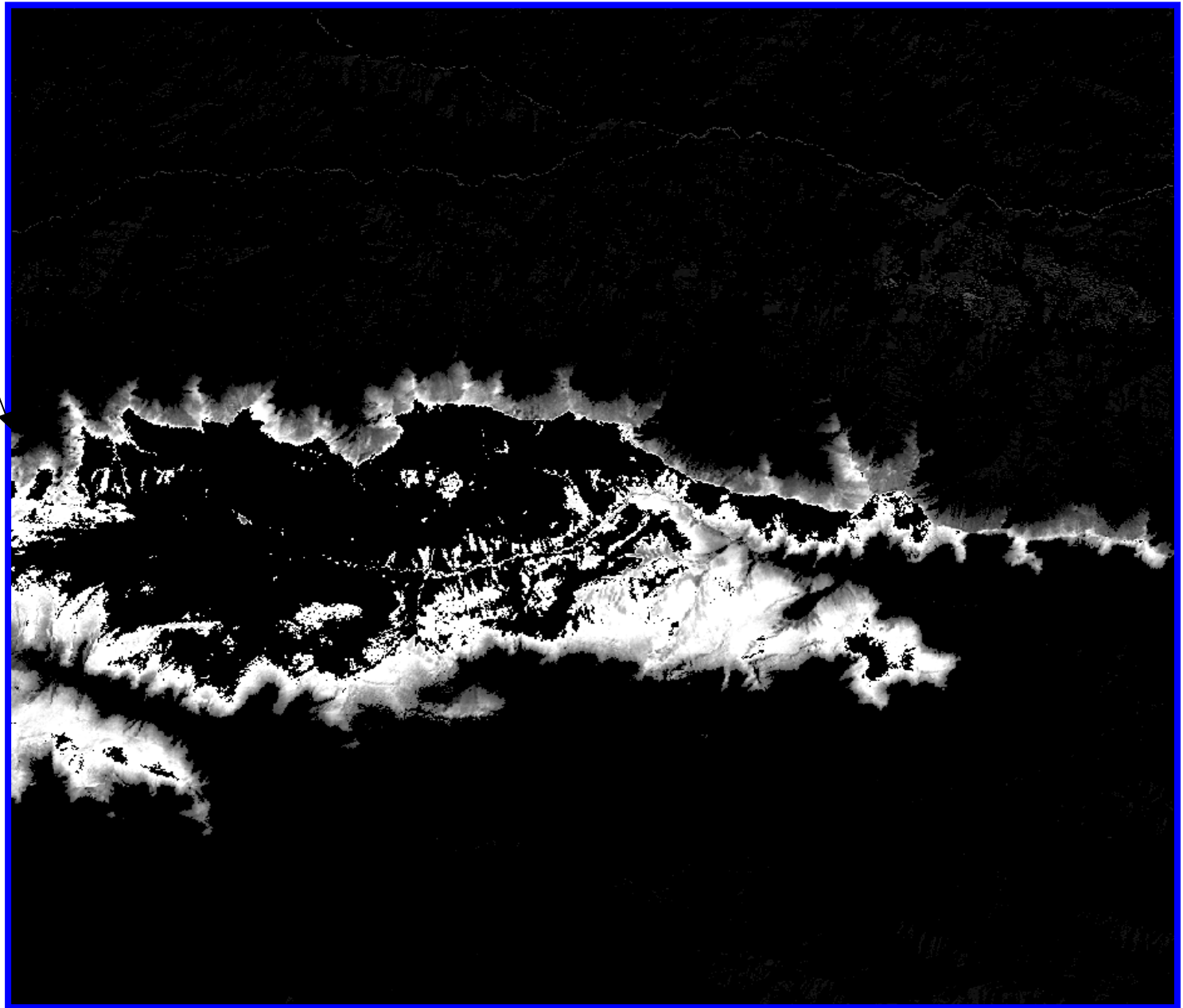
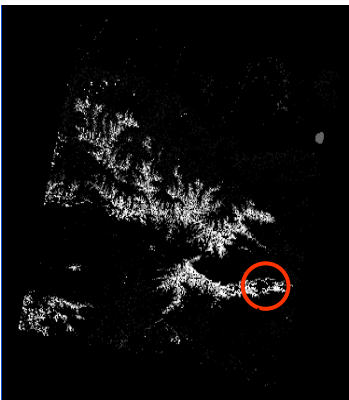












まとめ

- ・ Landsat ETM 衛星画像特徴、NDVI, NDWI, NDSII and NDSI など指標から、植物エリア、水エリア、雪、氷河を分類しました。
- ・ Landsat ETM 衛星画像データバンド2、バンド4、とバンド7の比率を計算する。

今後

データ時系列でアルベドの年々変化をみる。

Reference

- *Dozier, J. (1989). Spectral signature of Alpine snow cover from the Landsat Thematic Mapper. Remote Sensing Environment, 28, 9-22.*
- *Takeuchi, N. (2008) Characteristics of surface dust on Urumqi glacier No.1 in the Tienshan Mountain, China. Arctic, Antarctic, and Alpine Research, Vol. 40, No. 4, 744-750*
- *Tanikawa, T. (2002). remote sensing of snow grain size and impurities using a snow bidirectional reflectance distribution function model: An example from eastern Hokkaido by airborne multispectral scanner data.*
- *Vladimir B. Aizen, Valeriy A. Kuzmichenok, Arzhan B. Sarazakov, Elena M. Aizen. (2007). Glacier changes in Tienshan as determined from topographic and remotely sensed data. Global and planetary change, 56, 328-340.*