

1961-10

① 空中写真による地質判読.....	1
② スウェーデンの鉄鉱床.....	8
③ パキスタン地質調査所②.....	15
④ ソ連見本市を見て.....	20
⑤ ウランの蛍光分析と透過型蛍光光度計.....	24
⑥ 各部課を尋ねて-14-.....	26

地質ニュース No. 86

表紙の写真 花崗岩の肌 本州路③

国会議事堂で代表されるように 花崗岩は建築材として広く用いられている 写真は鳥根県下でその風化面に魅せられてとったものである 出露路は古くから 砂鉄の産地としても有名である その砂鉄は真砂・赤目の大別で 前者は良質の磁鉄鉱からなり 後者は酸化して表面が褐色をおびたものからなる 赤目は閃緑岩 真砂は花崗岩を起源とし 国引きの神話で有名な船通山の北麓では 現在でもその原始的な採掘場をみることができる (石)

プリモ・オート トプコール 75mm F3.5 ネオパンSS  
f11 100分の1秒 PO D-76 ベロナF-3 コレクター

# 空中写真による地質判読

## ～水系模様とその地質学的意義～

### まえがき

空中写真は地形の高低 地物の相関的位置 その他地表の様相を正確に表示する非常に優れた記録性をもっている。従って20世紀の初めには 空中写真は地形測量をはじめ それに関連した科学技術(考古学・地質学・林業・農業・土木)の分野にも広く応用されるにいたった。これが第2次世界大戦とその後に続く技術革新の波に乗ってさらに飛躍的に発展した。

わが国では空中写真が一般の用に供せられるようになったのは 第2次世界大戦以後であり 諸先進国に比べて非常に立遅れていた。このような事情にもかかわらず ここ15年間における各方面での この分野における進歩 とくに地形測量への応用という点では決して諸外国にひけをとらないまでに成長した。ところが 地質学への応用は欧米諸国のみならず 東南アジア諸国においてすらも その成果が実証されているにもかかわらず わが国では全くといってよい位 組織的な研究が行なわれておらず 未開拓に近い状況にあるといっても過言ではない。この原因は わが国の山野は厚い表土と植生とにおおわれている上 その地質構造も大陸のそれに比べて著しく複雑であると考えられているためであろう。

しかし このように考えることは 一種の先入感である。一面ではなるほどアメリカ・カナダなどの広ばくとして岩石の露出の非常に良い地域で テクニックが発達してきたのであるが 他面ではオランダがニューギニ

アのジャングル地帯で 複雑な地質の調査に空中写真を利用して成果をあげ得たことが 技術確立の1つの流れとなっている。

現在でも中南米のジャングル地帯の地質調査に盛んに用いられている。この点 わが国でも部分的ながら油田調査・土地地質・火山地質等の分野で空中写真が利用され 顕著な成果があげられつつあり 最近これらに関する報告も若干公表されている。



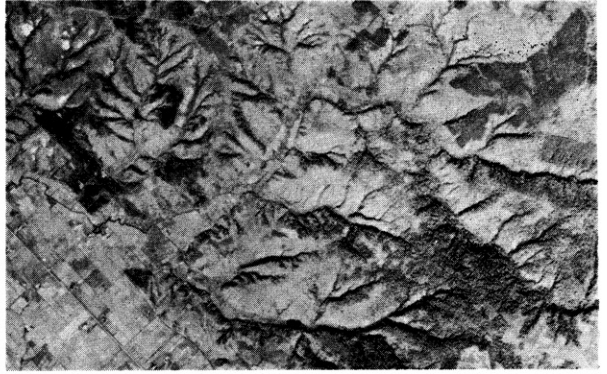
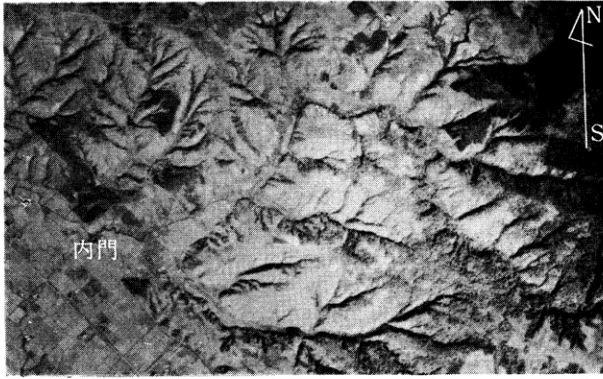
地表の特徴は きわめて複雑多様な地質学的要素によって決定される。なかでも 水系の織りなす模様は本質的に岩石の侵食に対する抵抗の差によって決定される。すなわち 水系模様は岩石本来の組成および組織のみならず これらが二次的に受けた変形一傾動・撓曲・断層・節理・褶曲等の地質構造一の反映である。

水系模様はこのように多くの地質学的要素の反映であることから 空中写真による地質判読の入門書が 第1にこれを取りあげている。

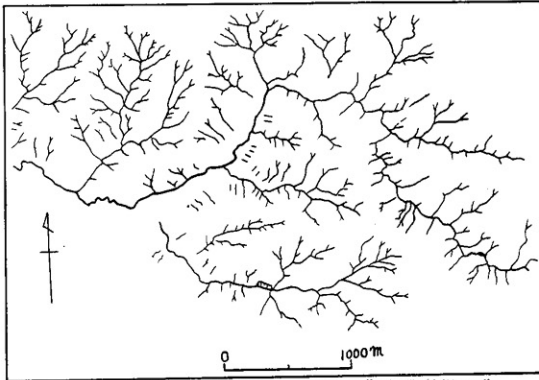
### 水系模様の分類

水系模様の分類とそれらの地質学的意義については Zernitz (1932) の業績が著名である。彼女によればその基本型として 次の6つの型がある。

1. 樹 枝 状 (dendritic)
2. 格 子 状 (trellis)
3. 長 方 型 (rectangular)
4. 放 射 状 (radial)
5. 年 輪 状 (annular)
6. 平 行 (parallel)



〔第1図版〕塊状砂質泥岩(遠別層)にみられる樹枝状水系模様 (岩質軟弱のためなだらかな起伏を呈している)  
(北海道苫前郡羽幌町北西部)



〔第1図〕樹枝状水系模様 北海道苫前郡羽幌町北方中新統上部遠別層(塊状砂質泥岩)5万分の1地質図幅「羽幌」「築別炭鉱」

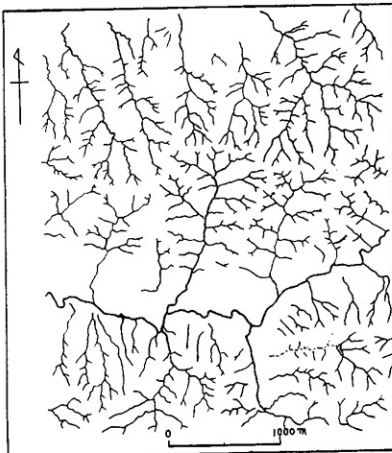
以下 これらの6つの型とその若干の変型についてわが国における事例によって解説を進めよう。実際には多くの事例は地質条件によって千変万化しむしろ典型的なものも少なく 不規則なもの・乱れたもの・ゆがんだものが多い。また 同一の型に判定されるもののなかにも 水系の密度に粗密があったりなどする。従って このような場合その状況に応じて 各にこれらの形容詞を付して説明される。

### 1. 樹 枝 状

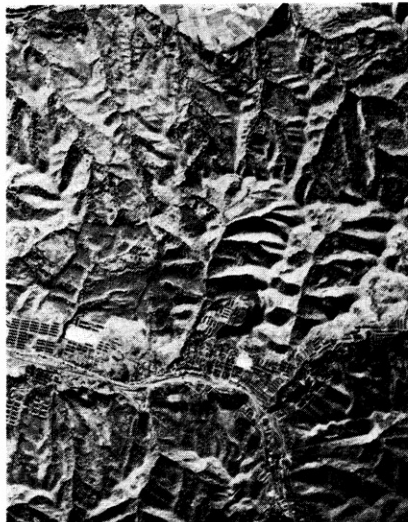
樹枝状水系模様は水系が不規則にあらゆる角度をもって 種々な方向に枝分れしていることによって特徴づけられる(第1図 第1図版)。

この型の水系模様は 成因的には側方侵食に対して岩石の抵抗が一樣なことによって条件づけられる。従って塊状均質な岩石 あるいは水平に横たわる地層中に発達する。前者の場合は傾斜や地質構造に関係なく 岩質の均一性のみによって決定される。第1図に示した地域の遠別層は 西に向かってゆるく傾斜し 西方では水平に近い。第2図に示す幌内層は ほぼ均質な塊状泥岩からなり 北東-南西 ないし南北に近い方向の褶曲および断層の影響を受け 急傾斜し かつ逆転さえしているが 遠別層と同様地質構造に関係なく 樹枝状水系模様を呈している。

一般に泥岩や泥質岩では その不透水性のために 少量の降雨でも地下水とならないで地表を流れるため い



〔第2図〕樹枝状水系模様 北海道三笠市幌内付近 漸新統上部幌内層(塊状泥岩)5万分の1地質図幅「岩見沢」



〔第1図版〕塊状泥岩(幌内層)にみられる樹枝状水系模様 岩質が比較的緻密であり谷はV字型 山稜は逆V字型の断面をしている(北海道三笠市幌内)

たる所に細かい溝が不規則に掘られ、これが成長して細かい密な間隔をもった樹枝状水系模様を発達させる。逆に砂岩では、その透水性のために少量の降雨は地表水とならないで地下に浸透し、大量の降雨のときにのみ集中的に流れるため、前者に比べて粗い水系模様が発達する。水平層の場合も側方侵食に対する岩石の抵抗性の差がないことから、樹枝状の水系模様が発達する。しかし、硬軟を異にする地層が互層する場合は、谷壁にこれらが露出し、あたかも等高線のように急傾斜と緩傾斜地形と交互配列を示してあらわれる。地層が傾斜すると、しばしば樹枝状水系模様が失われる。すなわち地層の傾斜に必従する水系が長大となり、二次的な支流が羽状に主流に連絡する。この場合、二次的な支流も大なり小なり地層の傾斜に支配されて、主流に対して鋭角をもって交っている。このような水系模様に対して、羽状水系模様 (pinnate drainage pattern) という名称が与えられている。地層の傾斜がさらに急になると、全く異った水系模様があらわれる。

2. 格子状

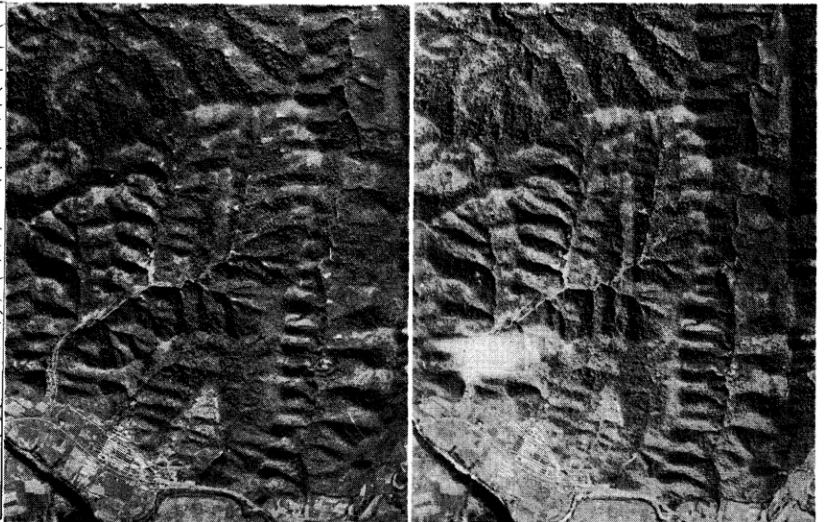
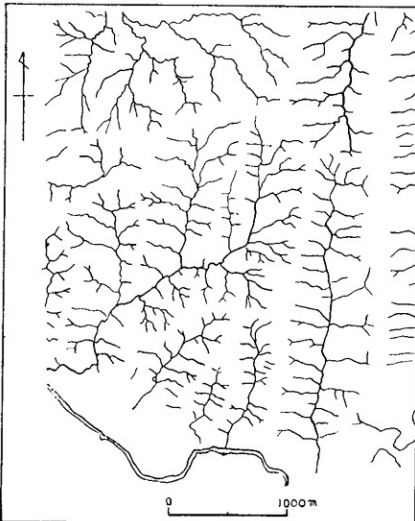
格子状水系模様は、比較的長大な水系が直線状に互に平行して分布し、これに対して短い二次的な支流がほぼ直角に連絡していることを特徴とする (第3図 第Ⅲ図版)。このような水系模様は、地表面における侵食に対する抵抗の異なる岩石の平行配列に起因する。

第3図では、東縁に幌内層の最上部があり、この西側

に中部中新統の滝の上層の下部砂岩が顕著な稜線を作っており、これより西方へ逐次滝の上層の上部泥岩、同じく中部中新統に属する川端層 (礫岩・砂岩および泥岩の交互層からなる) という順序で分布している (これらの間には2~3の走向断層があり、地層の繰り返しがある)。そしてこれらの地層は、いずれも南北方向の走向で、直立に近い傾斜を示している。

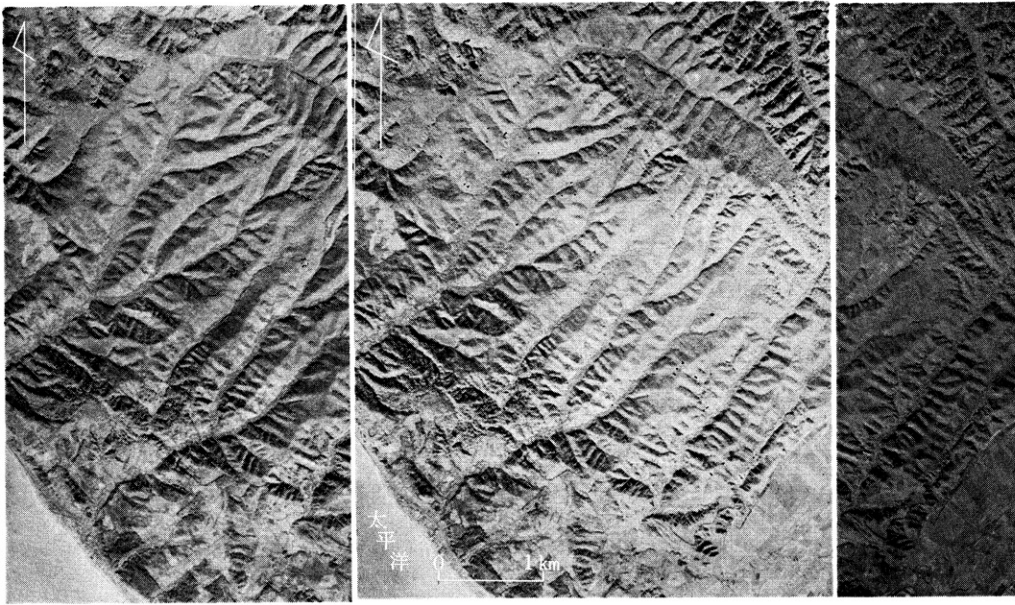
多くの場合、主流は地層の走向方向における岩質の均一性に支配され、これに方向が一致し、かつ侵食に対する抵抗の弱い岩石中に流路をとっている。二次的な小支流の方向は地層の傾斜方向に一致し、主要な支流にはさまれる稜線は堅い岩石が露出する所に当たっている。同様な互層あるいは累重状態では、地層の傾斜が急なほど、走向方向を示す水系の相互間隔がより密になり、ゆるいほど粗となる。二次的支流のうち、地層の傾斜に必従するものは、逆行するものよりその勾配がゆるやかであり、傾斜がゆるくなるほど、その長さは長くなるのが普通である。これらの変化によって、傾斜方向と大まかな傾斜角の変化が判定できる。同一地層の中でも、中程度よりゆるくなると、格子状水系模様の特徴は失われて、前述の羽状水系模様へと移行する。

以上述べた通り、一般には走向方向の流路が長大となるが、隆起傾動海岸地帯ではこの関係が全く逆になる場合がある。第4図および第Ⅳ図版はその好例であって、地質構造とは無関係に、地形に必従して海岸線にほぼ直角に主要水系が平行に発達し、二次的な支流は侵食に対



(第3図) 格子状水系模様 图中東縁に漸新統上部幌内層が分布し、逐次西方へ中新統の上層(下部砂岩および上部泥岩)および川端層(礫岩・砂岩および泥岩の交互層)が南北方向の走向をもって露出する5万分の1地質図幅「岩見沢」「夕張」

「第Ⅲ図版」 急傾斜し、硬軟を異にした地層あるいは岩相の東西方向の配列を示す格子状水系模様 第3図の説明参照 (北海道岩見沢市朝日付近)



← (第Ⅵ図版)  
隆起傾動海岸地帯にみられる格子状水系模様  
(北海道日高国新冠郡新冠村海岸)

↓ (第4図)  
隆起海岸地帯における格子状水系模様 この地域は中新統に属する受乞層(砂岩・泥岩互層)と元神部層(礫岩・砂岩および泥岩の複互層)によって構成されこれらが2条の曲構造によって支配されている 5万分の1地質図幅「静内」

する抵抗の弱い泥岩中を走向に一致した方向をとって主要水系に連絡している。これら二次の支流の粗密 これらから派生する三次的支流の長短・勾配さらに起伏の状況等を立体観察することによって褶曲構造が把握される(第4図 第Ⅳ図版)。

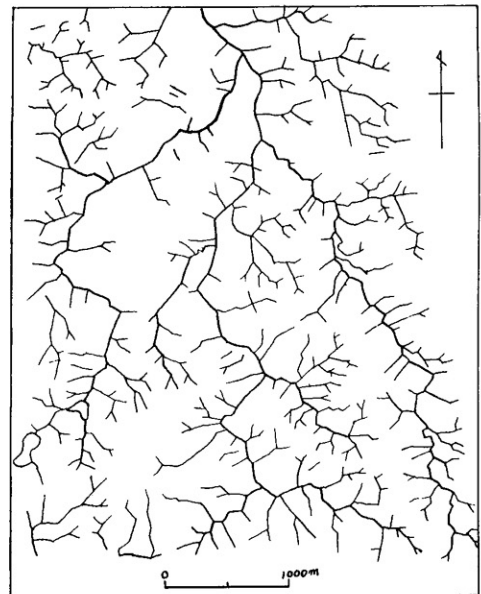
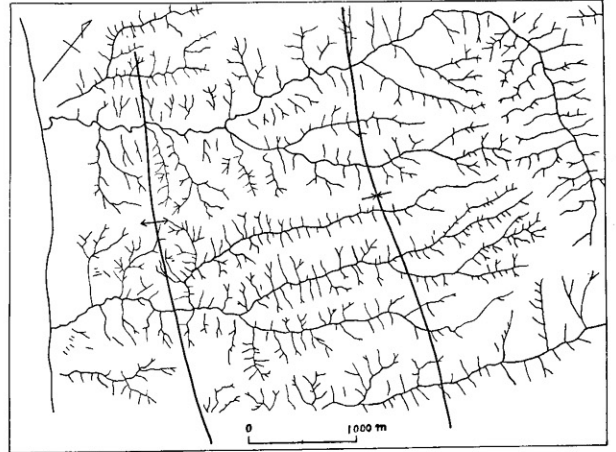
### 3. 長方形

長方形水系模様は 主要な水系およびその支流がいたる所で直角に近い角度で屈曲していることによって特徴づけられる(第5図)。この水系模様は 格子状水系模様より規則性がなく 互に側方にある水系間に完全な平行性もなく 細かい支流を欠くこともある。このような水系模様の多くは 互に直交する2系統の節理や断裂に支配されるのが普通である。

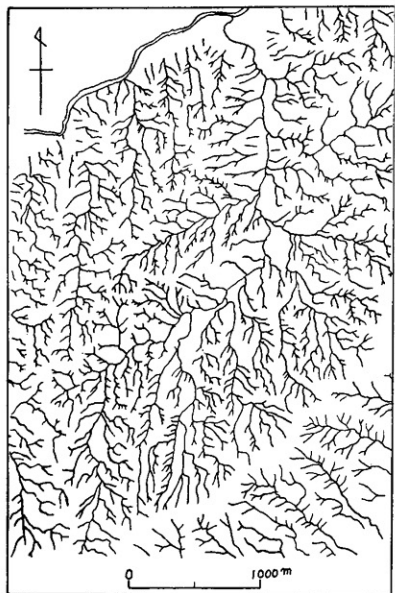
しかし 一般には各の節理や断裂系統は必ずしも直角ではなく 多少とも斜交している場合が普通である。後の場合によって生じた模様は長方形の変型として 鋭角状(angular)水系模様と称される(第6図 第Ⅶ図版)。第6図に示した例では 顕著な南北方向と北東—南西方向との2方向の節理が認められ さらにあまり明瞭ではないが北西—南東方向のそれが加わっている。

### 4. 放射状

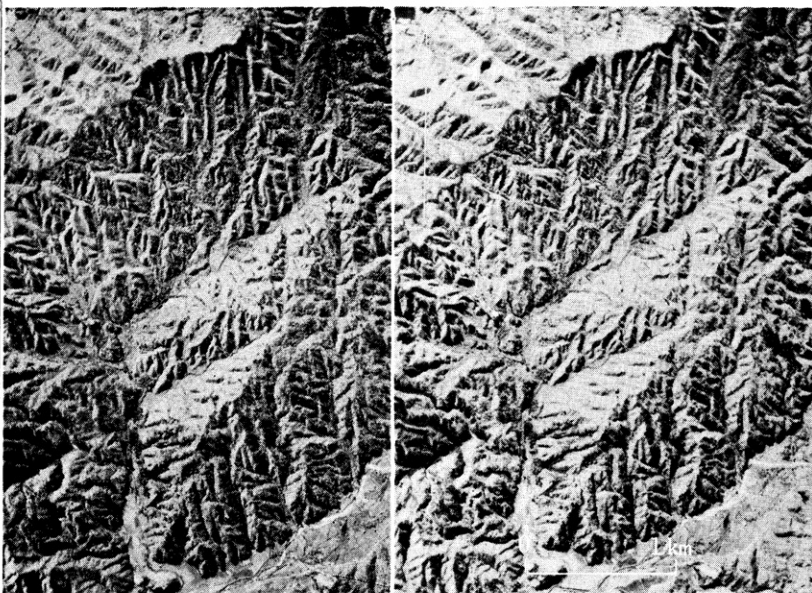
放射状水系模様は 中心点あるいは中心地域から 車輪の輻のように水系が射出していることによって特徴づけられる。円頂状の山体あるいは円形の残丘などによ



(第5図) 長方形水系模様 長崎県北松浦郡新御厨町第四紀台地玄武岩 5万分の1地質図幅「平戸」



(第6図) 鋭角状水系模様 岩手県下閉伊郡山田町  
白堊紀花崗岩5万分の1地質図幅「宮古」



(第V図版) 花崗岩体にみられる鋭角状水系模様 北東—南西および南北方向の節理に支配されている さらに前二者に比べて顕著ではないが 北西—南東方向の節理が認められる

く認められるが 典型的なものは錐状の成層火山体に認められ わが国における代表的なものは富士山である (第7図 第VI図版).

富士山では その完全に近い内部構造を反映して ほぼ完全な放射状水系模様を示している. しかし 大多数の火山体では その生成の初期から不規則性がありかつ 後に生じた寄生火山や溶岩流のために初生的水系模様が乱されている. いくつかの噴火口をもつ複式火山では 古い火山錐の放射状水系の一部が より新しいものによっておおわれており これによって各の火山錐の生成の前後関係を明らかにすることができる. また何回かの噴火がある場合には 後の噴火によって生じた溶岩や泥流などが 初生的水系をおおい その流路を変更させている. さらに古い火山錐では ある水系の侵食

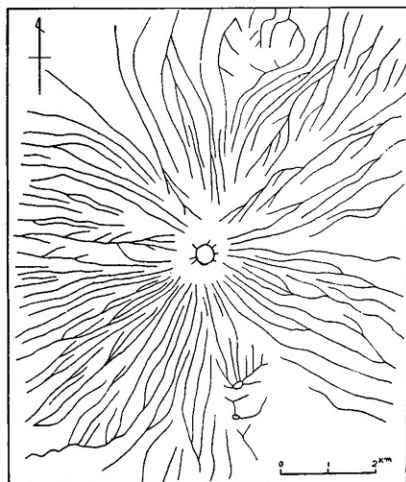
が進んだ結果 隣接する水系の流路を奪っている.

火口やカルデラの内壁には その斜面に沿って内側に向かって流れる求心放射状 (centripetal) と呼ばれる水系が認められる. 求心状水系模様は 構造盆地やドーム構造が破壊されて生じた堅い地層からなる輪状の山稜の内側にもしばしば認められる.

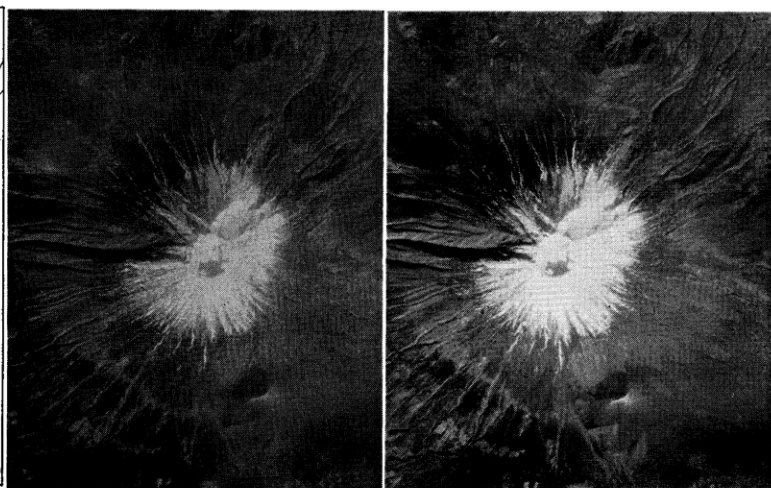
### 5. 年輪状

年輪状水系模様は その名称が示す通り形状が年輪状を呈する. この水系模様の成因は二次的である.

すなわち 開析が進んだドームあるいは盆状構造にあらわれる. ドーム構造はその形成の結果として円頂丘となってあらわれ 初期にはその開析の結果 放射状水系模様がぎざみ込まれる. 侵食が進むと地表に侵食に



(第7図) 放射状水系模様 富士山



(第VI図版) 成層火山にみられる放射状水系模様 初期の水系を被ういくつかの寄生火山が認められる 富士山

対する抵抗の異なる地層が年輪状に露出するにいたり弱い地層の分布に沿って支流を生じ 年輪状水系模様が かたちづくられる。

盆状構造に付随するものは 初期の水系が求心放射状を呈する点で前者とは異なる。

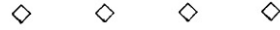
### 平 行

平行水系模様は かなりの広さにわたって水系が互に平行 あるいは平行に近い状態に分布することによって特徴づけられる (第8図 第Ⅶ図版)。

この種の水系模様は 第1には地形の傾斜に起因するすなわち 新しい隆起傾動をこおむった海岸平野 あるいは湖岸の平野 傾動した段丘面などに認められ 第8図はその最後の例である。 水系は地形の傾斜に従ってほぼ等間隔に一樣な勾配を示している。 その谷の形は浅い溝状を呈しているのが普通である。 火山のすそ野における火山体の削剝に由来する堆積物 泥流 あるいは火山灰等の噴出に由来する堆積物の上に認められる水系模様は 局部的にみると全くこれと同一のものと判定されるが すでに述べたように放射状水系模様として分類されるものの一部であり注意を要する。

以上のほか 断層崖や海崖面における水系も それらの傾斜に支配され 平行な流路をとっている。

第2には 地質構造に支配されるものがある。 すなわち 平行な波状の褶曲構造 断層あるいは節理に支配されて平行水系模様が形成されるのである。



### あ と が き

以上 基本的な水系模様と若干の変型と その地質学的意義について述べたが 自然の分類がそうであるように各の型の中に明確な境界を引くことができないのが普通であり 各水系模様の間には一連の中間の型が存在する。 また 注意すべきことは 同一の岩相でも構造的にはどこまでも一樣ではなく 種々の環境の違いによってそれぞれ異なった地形的特徴 すなわち 水系模様を呈することである。

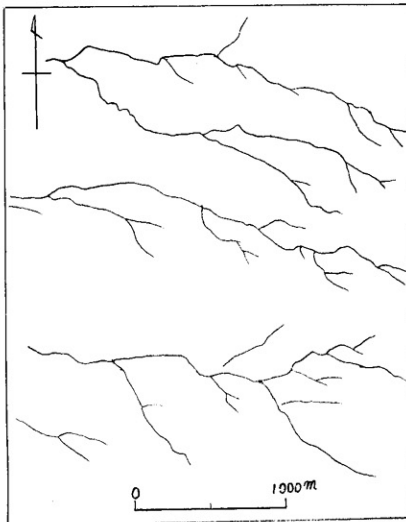
このように 水系模様は 地質判断の重要な1つのカギであるが その他の広範囲にわたる多くの写真上の徴候一起状・植生・気候に支配される徴候などを総合してよりの確な結果が得られるのである (第Ⅶ図版)。

〔地質部 編図課 松野久也 技官〕  
〔技術部 測量課 西村嘉四郎 技官〕

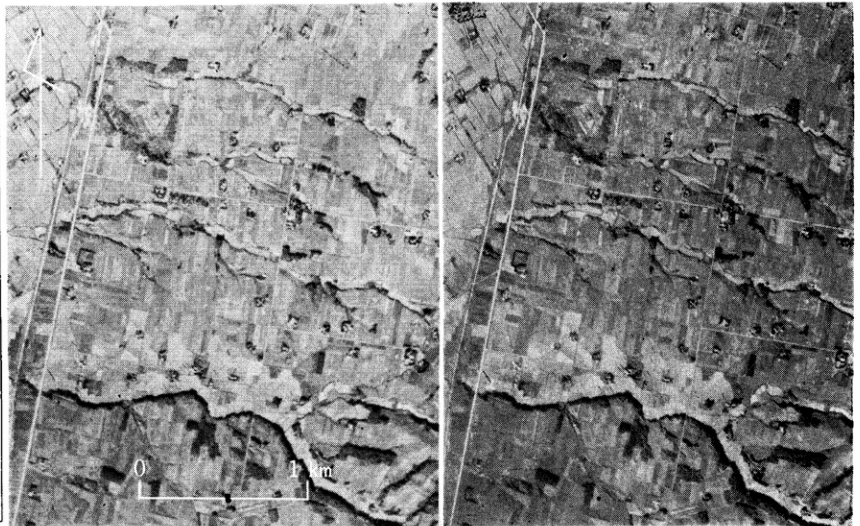
### 「付 記」

#### 空 中 写 真 の 入 手 方 法

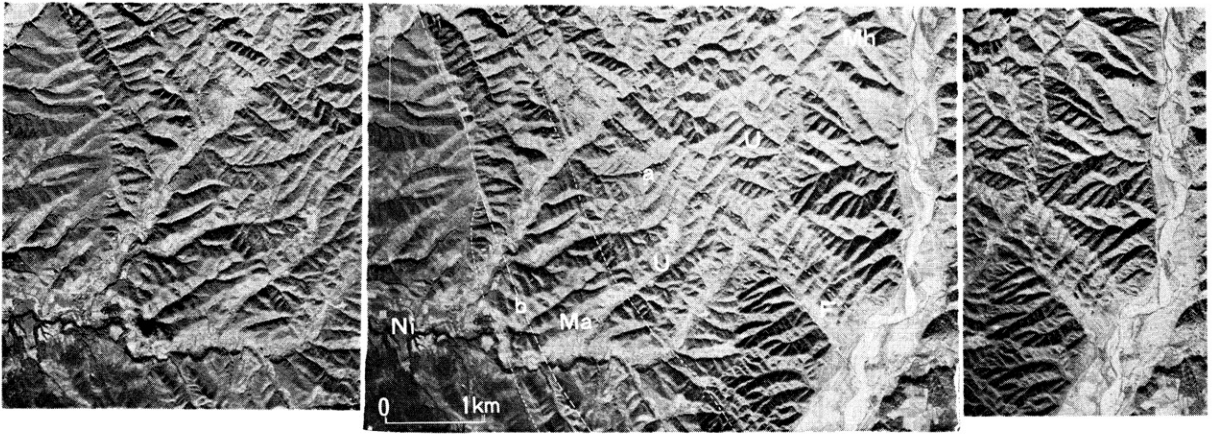
- ・ 従来建設省国土地理院保有の空中写真の頒布は国の機関 都道府県および市町村など公共団体に限られていたが 昭和35年3月22日付官報に公告された通り 日本測量協会を通じて誰でも頒布を受けることができるようになっている
- ・ 国土地理院には撮影原縮尺4万分の1のものは日本全土にわたって保有されており その他大都市および主要鉄道幹線付近等一部の限られた地域については 原縮尺2万分の1 1万分の1のものがある



(第8図) 平行水系模様 北海道美瑛市南美瑛南方洪積段丘 5万分の1地質図幅「岩見沢」



(第Ⅶ図版) 洪積段丘における平行水系模様 (火山の裾野における水系模様と比較 第Ⅱ図版) 北海道美瑛市南方洪積段丘



(第Ⅷ図版) 空中写真による地質判読の1例(北海道沙流郡門別町厚別川下流地域) F: フラヌイ層(下部砂岩および上部泥岩) U: 受乞層(礫岩・砂岩・泥岩複互層) Ma: 元神部層(礫岩・砂岩・泥岩複互層 硬質頁岩を挟む) Mh: 元神部層(硬質頁岩) Ni: 荷菜層(層理に乏しい砂質泥岩) ———断層(a, b) ……地層の境界(註) 5万分の1地質図幅「静内」(札幌—第63号)参照

・ これらは所定の様式の申込書に所要事項を記入し 空中写真の必要区域を明示した5万分の1地形図を添付し 日本測量協会長に申込むことによって簡単に購入できる

東京都新宿区戸山町37 Tel (341) 2047  
日本測量協会  
(振替口座東京89319)

空中写真購入申込書

社団法人 日本測量協会 殿

下記の通り空中写真を購入したいので申したいします

昭和 年 月 日

① 申込者	所在地	TEL ( )
	名称	
	氏名	④
② 利用の目的及び方法		
③ 利用する地域		
④ 写真の原縮尺種類及び枚数		
⑤ 入手希望月日		
昭和 年 月 日		
備考		

・ 価格は下表の通りであるが 部分引伸し 4倍を越える引伸し 偏位修正等には所定の加算額が必要である

種類	規格(cm)	定価(円)
密着印画	縦 24×横24	100
	24× 48	200
2倍引伸印画	48× 48	450
3倍引伸印画	75× 75	1,050

4倍引伸印画	90× 90	1,650
密着陽画原板	24× 24	750
縮少陽画原板	4.5× 6.0	250
	6.4× 6.4	250

・ その他民間の測量会社によって撮影されたものがある これはそれぞれの用途によって各機関・会社等の註文によって撮影されたもので 若干高価であるが 地域ごとに非常に良い写真が得られる

・ 国土地理院を始め国内のあらゆる機関・会社等によって撮影された空中写真の記録は 年ごとに国土地理院から「空中写真撮影記録(昭和35. 3. 31. までに1~5号)」として公刊されている この記録に収録された写真については国土地理院で5万分の1標定図を保有している

「参考書」

地質判読の参考書としては数多くのものがあるが 国内の出版物は全くない 入門書としては 次のものが 適当と思われる

・ SMITH, H. T. U. ; Aerial Photographs and Their Application (Appleton-Century Co.)  
1943 \$ 3.75

各界の権威者によって分担執筆されたものであり 百科全書的にすべてをもうらしている点で 次のものが 好適である これでは地質判読は重要な1章となっており この章だけで100数10頁におよんでいる

・ American Society of Photogrametry : Manual of Interpretation of Airphotography, 1960