

北陸地方新第三系下部の火山層序について

三 浦 静*

On the Volcanostratigraphy of the Lower Neogene Tertiary
in Hokuriku District, Central Japan

Shizuka MIURA

Abstract The writer has mainly investigated the volcanostratigraphy of the early Miocene strata in Hokuriku district.

The Ito-o formation consisting of various volcanics in Fukui Prefecture can be subdivided into six members (given in Table 1, 1974) and also tentatively into four stratigraphic units (shown in Table 2). Moreover, unconformable relationship of the Ito-o formation to underlying Nishitani Rhyolite has been observed in many places.

The results will be more effective to settle the volcanostratigraphic division of the early Miocene in order to clarify the generative process of the Hokuriku sedimentary basin. Finally, the writer presumes the stratigraphic and correlative relationships of the Ito-o formation, Nishitani Rhyolite and their equivalents in Hokuriku Province (in Tables 3 and 4).

ま え が き

北陸地方の日本海沿岸地域は、主にグリーンタフ地向斜の西南縁部に位置しており、特に新第三紀初期において火山活動が激しかった。従って、この地域についての火山層序学的、岩石学的及び古地磁気学的研究に多くの成果が期待されるが、従来までの研究成果が意外に少ないのが現状といえる。

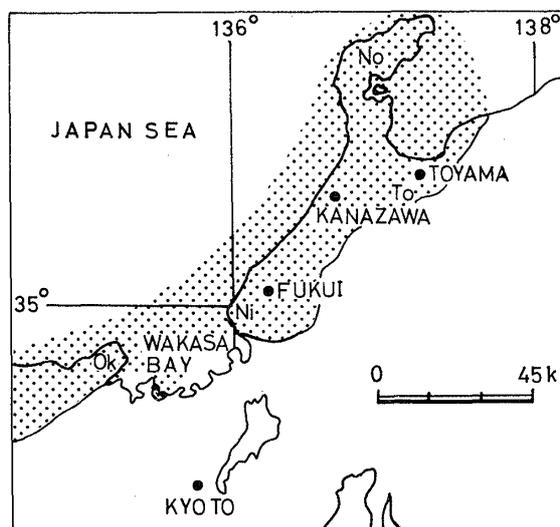
そこで、隆起・陥没に引続いて起った初期火山活動の経緯と背景を明らかにするため、その手掛りを求めて、概括的ではあるが、野外調査を主とする研究を進めてきた。まず福井県北西部の丹生山地(第1図)を選び、下部中新統について標準的な火山層序(試案)を設定し、さらに北陸積成区内の他の地域についても、その観点に立って順次検討を進めている。

この小論では、主として福井県丹生山地の系生累層(下部中新統)を中心に概要を述べる。

北陸地方の下部中新統の概要

富山積成盆地の新第三系は、北陸層群として一括され、南域のそれが標準層序として、下位から順に、楡原・岩

* 福井大学教育学部地学教室。



第1図 北陸積成区の位置図。

No: 能登半島北部。 To: 富山県南部、
Ni: 福井県丹生山地。 Ok: 奥丹後半島。

稲・八尾(黒瀬谷及び東別所)・音川・氷見の各累層に区分される。とくに下部中新統としては、楡原・岩稲の両累層があげられる。

北陸層群の最下部を占める楡原累層は、積成盆地発生初頭の地層で、非火山性であるが、それに引続く岩稲累

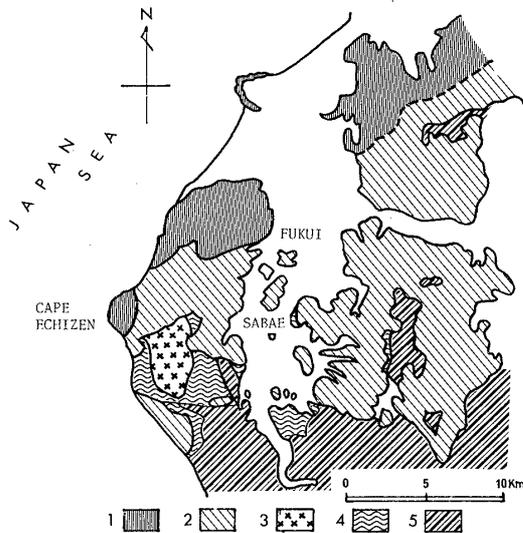
層は火山性の厚層から構成される。更に、この岩稲累層の上位には、海成の中部中新統で、その中・下部が岩相変化に富む八尾累層が重なる。

北陸積成区について概観すると、下位にくる楡原累層およびその相当層は、富山県南域では、かなり連続的に分布しているが、能登半島、石川県東南部および奥丹後半島では断片的に分布しているに過ぎない。また、上位の岩稲累層およびその相当層は、富山県東部から石川県東南部、能登半島北西部および福井県北部から奥丹後半島主部にかけて、広く分布する。さらに、その上位にくる中新世中期の海棲貝化石群を産する八尾累層およびその相当層は、前記の各地域で下位層を不整合に被う場合も認められる。

ことに、福井県北部の場合、下部中新統に属する糸生累層の分布は、新第三系の中でも非常に広い面積を占めているといえる。概して本累層は塩基性から酸性にいたる火山活動の1輪廻を示し、各種の火山岩および火砕岩から構成され、数百米以上に及ぶ厚層である。しかも、その岩相・構造は共に複雑で、変化にとんでいる。また、本累層は西谷流紋岩類を多くの場所で、その下位に広く伴っており、他地域で認められている非火山性の地層、すなわち楡原相当層は何処にも知られていない。糸生累層の分布は第2図に示される。

福井県丹生山地の糸生累層

福井県の新第三系は北陸積成区の周縁部（福井・加南区）に位置し、その形成は略中新世後期までに終り、そ



第2図 福井県北西部の新第三系の分布略図。
1：国見累層等，2：糸生累層，3：花崗岩類，
4：面谷流紋岩類，5：古生層等。

れ以降は殆んど陸域化している。

この新第三系が模式的に発達するのは丹生山地である。本山地南部は後期白亜紀の面谷流紋岩類（濃飛流紋岩類相当）およびそれに貫入した花崗岩類を主とする基盤岩類から、その中部は中新世前期の糸生累層から、さらに北部は中新世中期の国見累層などから構成される。

一般に、中新統の構造は各累層が北西方向に緩傾斜する単斜構造と見做されるが、日本海岸よりでは著しく海側へ急傾斜（撓曲）する傾向が認められる。また中新統は基盤を取り囲む様に分布しているが、丹生山地内部では北東-南西方向に近い、多くの断層が推定され、詳細には糸生累層も複雑な構造を呈する。

さきに、三浦・東（1974）は丹生山地中部に分布する糸生累層を、第1表に示す如く、火山層序学的に6部層（I～VI）に区分した。すなわち下位から順に、笹川・三尾野・横山・布ヶ滝・大矢および梅浦の各火山岩層で

第1表 糸生累層の岩相的層序区分（1974）フィッシュン・トラック法による年代（広岡他，1972）。

	Altered augite andesite lava and its pyroclastics	VI	UMEURA	I T O - O F O R M A T I O N
	Glassy andesite lava and tuff breccia	2	O Y A	
	Alternation of tuffaceous sandstone and mudstone (Ito-o lake deposits)	1		
	Welded tuff and dacite (16 m.y.)*	IV	NINOGATAKI	
	Augite andesite, hornblende andesite lava and its pyroclastics	III	YOKOYAMA	
	Two-pyroxene basaltic andesite lava and its pyroclastics	II	MIONO	
Augite basaltic andesite, two-pyroxene andesite lava and its pyroclastics. (18.6 m.y.)*	I	SASAKAWA		

第2表 糸生累層の概括的区分単位と従来の区分との比較.

(1978)

KUNIMI F.			(1974)
I T O O	4	UMEURA M.	VI
		c ŌYAMA M.	V
		b ITO-O M.	IV
		a NUNOGATAKI M.	III
	3	b YOKOYAMA M.	II
		a KOSHIKIDANI M.	I
	2	b MIONO M.	
		a SASAKAWA M.	
	1	b	
		a	
0	NISHITANI Rh.		

ある。

その後、これらについても再検討を進めているが、他地域の知見が得られるに従って、糸生累層を広域的にみた場合に4つの火山岩層(単元)に大別することが適切であると判断し、第2表の如く訂正した。そこで、再構成した各火山岩層(1~4)について、夫々の特徴を要記する。

1. 笹川火山岩層

本岩層は、主として暗緑色を呈する玄武岩質安山岩~輝石安山岩の、熔岩および塊状の凝灰角礫岩から構成され、一般に多少共変質している。これらの安山岩類は、比較的緻密で斑晶が乏しい玄武岩質のもの(笹川型)と、細粒で斜長石の斑晶が多いもの(広野型)とに区別できる。広野型は笹川型中に岩脈として貫入すると見られるが、両者の層位的関係についてはさらに吟味を要する。笹川火山岩層の基底部付近には周辺の基盤から由来した巨礫も混えた、扇状地~崖錐性の、淘汰不良の凝灰質礫岩相がしばしば認められる。

最上部には、一般に暗緑色で、風化により雑色を呈する熔岩および火砕岩が重なる。本熔岩と同質の安山岩が、それより下位の火山岩中に小岩脈として多く認められる。この熔岩は長径0.5~1cm程度の斜長石斑晶を有するのが特徴である(三尾野型)。

2. 横山火山岩層

本岩層は、何枚もの安山岩質熔岩および火砕岩のくり

返しからなる厚層で、最も広く分布する。下部(甌谷型)は主に角閃石安山岩質熔岩および火砕岩から構成される。これに対して上部(横山型)は、紫蘇輝石・普通輝石安山岩質で、一般に普通輝石の斑晶が多く含まれるのが特徴である。しばしば本岩層の基底部には火山性円礫岩および水成の火砕岩が発達し、笹川火山岩層および基盤岩類に由来する礫が含まれる。下位の笹川火山岩層が起状に富む場合、本部層はそれに対してabutする。

3. 布ヶ滝火山岩層

本岩層は広域的に見た場合、上・中・下部に岩相区分することが出来るが、相互に漸移することが多い。下部は塊状の火山礫凝灰岩~凝灰角礫岩から構成され、その主体は石英安山岩質熔結火砕岩(火砕流堆積物)の厚層で、下位の各火山岩層および基盤岩類を広く被覆する。中部は凝灰質砂岩・泥岩または粗粒・細粒凝灰岩の互層を主とする、層理のよく発達した地層(糸生湖成層)である。朝日町上糸生から淡水性コイ亜科の魚類化石(友田他, 1977)を、清水町出村からヤンマ科昆虫化石および阿仁合型に近縁な植物化石を産する。さらに、上部には大半が水中自破砕状を呈するガラス質安山岩(大矢型)が重なる。本安山岩が側方で同質火砕岩に移化した部分は、下位の糸生湖成層と互層しつつ漸移する。本岩層は下位の各岩層に対してabutする場合が多く、見掛上その基底部には、三尾野型など各種安山岩の亜角礫を含む。

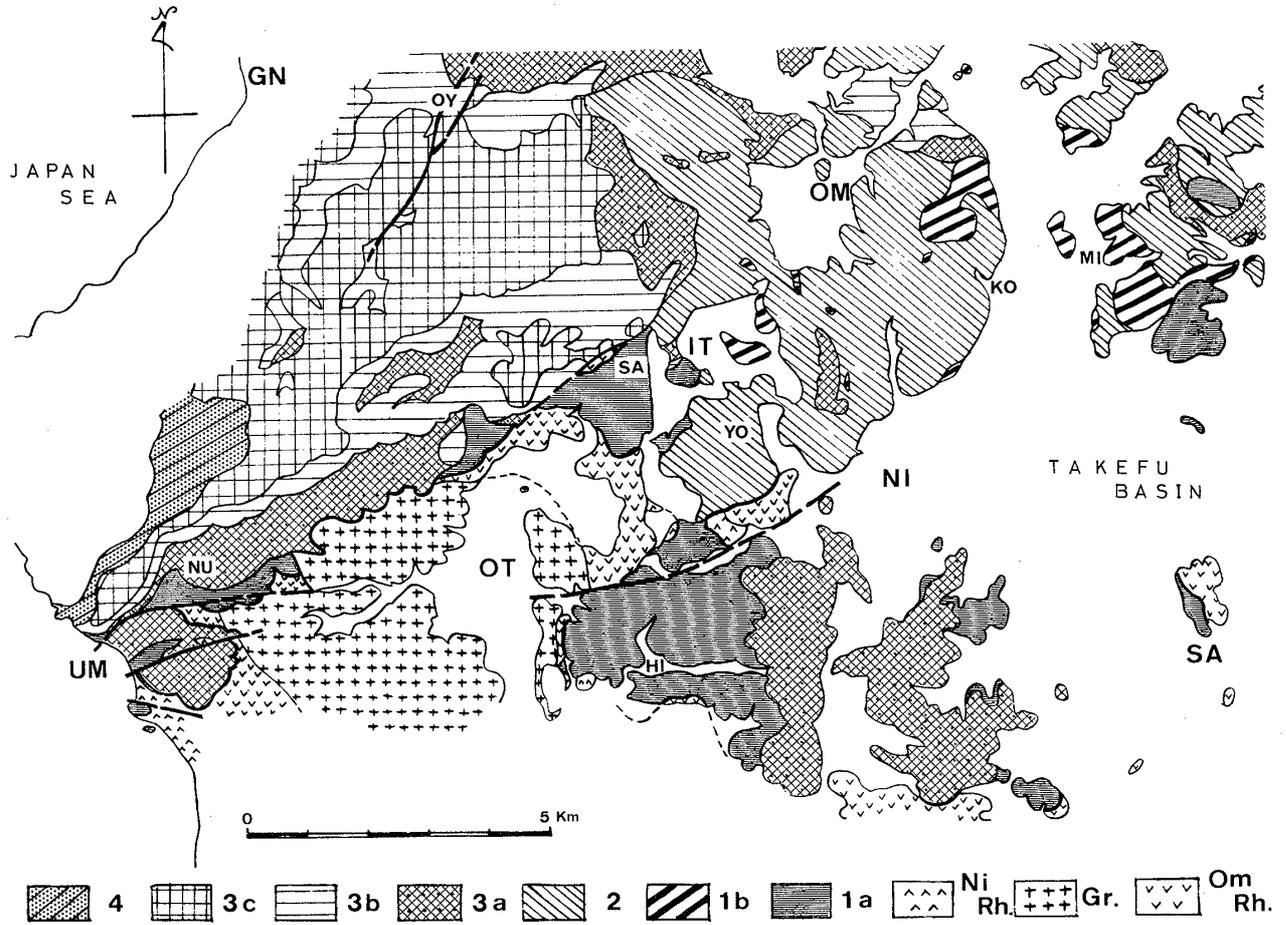
4. 梅浦火山岩層

本岩層は、かなり変質した普通輝石安山岩の熔岩および同質火砕岩から構成され、その中に挟まれる熔岩には板状節理が発達した部分も認められる。上位に重なる礫岩相の発達した国見累層とは不整合的關係を示す。しかし、下位の糸生湖成層とも斜交していることから、本岩層は国見累層の最下部に属する可能性も考えられる。その分布も越前町沿岸の一部に認められるに過ぎず、ここでは一応糸生累層の最上部を占める岩層とし、将来の検討にまちたい。

5. 糸生累層のまとめ

すでに、藤田(1973)によって、グリーンタフ地向斜の発生期に、隆起→断裂→陥没→火山活動という模式が提言され、多くの地域で実例があげられている。概観的に福井県の場合、糸生累層とその基盤岩類との分布の境界部は、比較的不規則な多角形に近い形状を示すことが多い。それが陥没盆地の周縁部を意味するものの如く、それ以外の場合は本累層(下部中新統)が盆地の外側へ広がって分布し、基盤岩類を直接被覆する。

前述した各火山岩層の分布・構造を見ると、丹生山地



第3図 福井県丹生山地中部における糸生累層の地質図 (1974).

Om Rh : 面谷流紋岩類, Gr : 花崗岩類, Ni Rh : 西谷流紋岩類.

1 : 笹川火山岩層 (a : 笹川~広野型, b : 三尾野型), 2 : 横山火山岩層, 3 : 布ヶ滝火山岩層 (a : 布ヶ滝型, b : 糸生湖成層, c : 大矢型), 4 : 梅浦火山岩層.

GN (菜崎), UM (梅浦), OT (織田), IT (糸生), OM (大森), SA (鯖江), NI (西田中), SA (笹川), HI (広野), MI (三尾野), KO (鰐谷), YO (横山), OY (大矢).

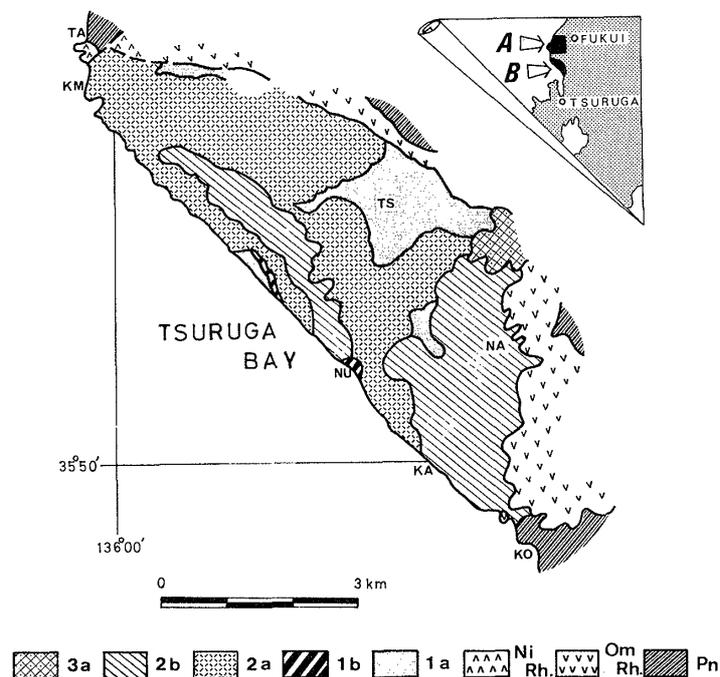
中部の地質図 (第3図) でも判るように, 糸生累層の最下部を構成する笹川火山岩層はかなり直線的な盆地周縁部に沿って, 断続的に分布する傾向がやや認められる. このことは当初の陥没時の断裂部位 (推定) に, 火山活動の噴出源が関係している様に思われる. 笹川火山岩層が発達する場所には, 新期花崗岩体よりも, むしろ面谷流紋岩類, 古期花崗岩類および古生層から構成された基盤が存在する. 本岩層の最上部 (三尾野型) はより盆地内側に分布する.

次に, 糸生累層の主要部分を占める横山火山岩層は, 笹川火山岩層が盆地周縁部に発達しているのに対して, むしろ全域にわたって発達する. それに含まれる熔岩の発達程度・構造などから推定すると, 恐らく7~5kmに近い規模の, 成層火山体を形成したものと予想され, 笹

川火山岩層および基盤岩類を被った中心噴火であろう.

さらに, 熔結火砕岩で特徴づけられる布ヶ滝火山岩層は, 横山火山岩層の主たる分布域を取りまいて分布し, 古地形的により低い部分を埋積した陸上火山活動の産物と見られ, それ以下の各岩層および基盤岩類を被覆する. ほぼ中部に挟まれる糸生湖成層の存在は, その分布・岩相・産出化石から見て, 一時滞水した淡水的環境下にあったことを示す. なお, 上部のガラス質安山岩は, 若干の火道から噴出して, 湖沼にも流入し, その大部分は水中自破砕状を呈する. 本岩層の一部は福井平野東縁部の丘陵地にも分布が認められる. これは東部山地の糸生累層が平野部に近づくと, 平野側に撓曲するため, その上部岩層が分布することによる.

以上述べた各火山岩層 (1~4) は, 相互に明瞭な不



第4図 敦賀湾北部沿岸地区における糸生累層の地質図。

Pn: 古生層, Om Rh: 面谷流紋岩類, NiRh: 西谷流紋岩類。

1: 笹川火山岩層 (a: 笹川型, b: 三尾野型)。

2: 横山火山岩層 (a: 甕谷型, b: 横山型)。

3: 布ヶ滝火山岩層。

TA (高佐), KM (采ノ浦), TS (土山), NU (糠), NA (中山), KA (甲楽城), KO (河野)。

整合関係を示し、夫々基底には水成の堆積相を伴うことが多い。しかし一般には、糸生累層はほぼ陸上で形成されたものと考えられる。

西谷流紋岩類の時代に関して

西谷流紋岩類は、福井県下では糸生累層の下位に広く分布しており、模式地は東部の大野市(旧西谷村)菓原付近である。一般に、本流紋岩類は紫褐～赤褐色を呈し、主に石英と微斜長石の斑晶を含み、石基は微晶質の熔岩および明瞭な熔結構造の発達した火砕岩から構成される。糸生累層は本流紋岩類に不整合に重なり、その基底には本岩類の垂円礫を多数含む凝灰質礫岩が局部的に認められる。他方、西谷流紋岩類の基底面(侵蝕面)は、概して起伏が少なく、かなり平坦性を示すことから、面谷流紋岩類(白亜紀後期)の噴出後、西谷流紋岩類の活動開始前までに、かなり長期間にわたって陸化削剝を受け、準平原化されていたものと考えられる。

また本流紋岩類と類似するものは、石川県東南部・能登半島基部などからも既に知られている。ことに、富山

県西南部、太美山層群の上位にみられる月長石流紋岩は、岩質的に西谷流紋岩類に極めて類似しており、層序・構造共に両者は対比しうる可能性の大きいものである。最近、山崎・宮島(1970)は、同地域の楡原累層が太美山層群の上位に不整合に重なり、とくに小矢部上流の刀利付近で、月長石流紋岩は北陸層群の最下部に属するものと考えている。そこでは、月長石流紋岩が楡原累層の上部を占め、流紋岩質熔結火砕岩がブロック状の産状を呈する。これらのことから、北陸地方では岩稲期の安山岩を主とする激しい火山活動に先だて、楡原期にアルカリ長石を特徴とする流紋岩の火山活動が行われたことを示す。しかし、楡原期に福井県下では非火山性の地層が、奥丹後半島では流紋岩の火山活動が全く認められない。

さらに、富山県西南部で月長石流紋岩に含まれる月長石の K-Ar 年代測定結果は 24, 25 m.y. (植田・青木, 1970) で、秋田県西男鹿層群の最上部にくる真山流紋岩のフィッシュ・トラック法による年代は 26 m.y. (西田・石田, 1972) であり、両者は年代的に近似した値を示す。いま、糸生累層が少くとも 16~19 m.y. 前後の年代であり、月長石流紋岩が西谷流紋岩類と同時代の火山活動を示すと考えた場合には、糸生累層と西谷流紋岩類との間の不整合はやや時間的間隙を持つと予想しうる。

従来、富山県下の楡原累層は積成盆地形成初期の非火山性堆積相であり、上位に重なる岩稲累層とは明瞭な岩相遷移面をもって整合関係にあるものとされているが、この点についても再吟味する必要がある。前述したことから、北陸積成区の中でも、福井県の場合には、西谷流紋岩が楡原累層相当層であり、その非火山性相は分布しないことになる。

ここで関連的に、北陸地方に分布する糸生累層およびその相当層(岩稲期)の基底部付近に認められる各種礫岩相に注目すると、次の4つのタイプを挙げることができる。(1)玄武岩～安山岩質の同質～類質の礫のみから構成されるもの、(2)前項の礫の外に、特に西谷流紋岩類の礫を多数含むもの、(3)むしろ糸生累層よりも下位で、非火山性のチャートの礫を主とするもの、及び(4)チャート等の礫岩に伴って若干火砕岩を伴うもので、この種の礫岩の存在は、従来からの層序区分単位とは矛盾しないものである。

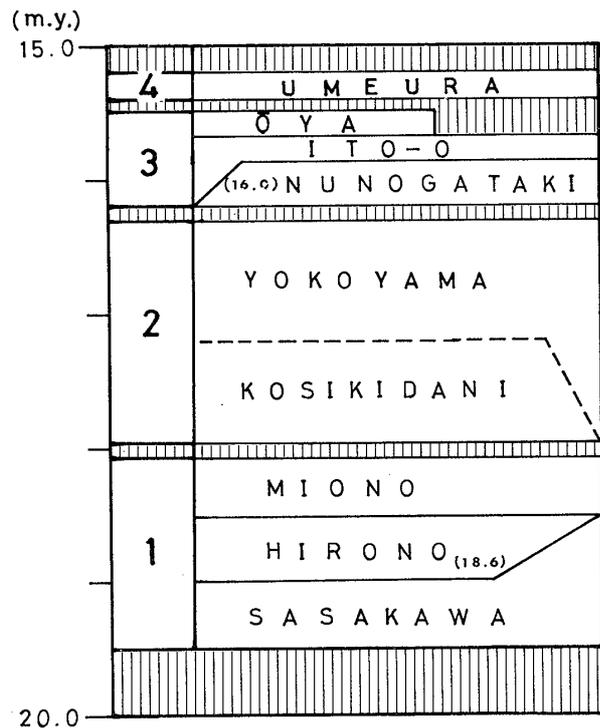
下部中新統の対比について

グリーン・タフ地域である北陸積成区の前期中新世に属する地層としては、富山県南部の岩稲・楡原，その北西部の瓜生・太田，能登半島北部の柳田・穴水・増穂，福井県の糸生・「西谷流紋岩類」および奥丹後半島の八鹿・高柳の各累層などが挙げられる。これらの中で，火山性の各累層（岩稲期）は安山岩を主とした，激しい火山活動を示す厚い地層であり，従来までは一括して対比され，その火山層序が報告された例も乏しい。

福井県丹生山地に分布する糸生累層は，北陸地方を概観した場合に，北陸層準とされた富山県南部の岩稲累層よりも，より標準的層序を示すものと考えられる。そこで，三浦・東（1974）は糸生累層を6つの“部層”に岩相区分した。その後，他地域の調査検討を続ける中で，より広域的に区分・対比を進めるためには，これら6つの部層を再編して，4つの単元を設定することが現段階では適切であると判断し，既述の如く再定義した。

さきに，広岡他（1972）は，糸生累層の各火山岩層（I～VI）について，その古地磁氣的測定の結果を示している。それによると，最下部の笹川火山岩層（I）の下部と，最上部の梅浦火山岩層（VI）中部の熔岩が，明らかに夫々逆帯磁することが判明しており，少くとも糸生累層及び相当層毎の対応には，これがかなり有効であろうと思わ

第3表 糸生累層の火山層序的区分の綜括（試案）。



れる。また，これと平行して行われた，ジルコンによるフィッション・トラック法による年代測定結果では，布ヶ滝火山岩層（IV）の下部および笹川火山岩層（I）中部の年代が，夫々16，18.6m.y.である。これらの結果を参考にすると，糸生累層の上・下限の年代は，概ね夫々15.5，19～20m.y.前後であると予想できよう。

つぎに，富山県南部の八尾町付近では，岩稲累層は横山火山岩層にほぼ相当すると見られ，その上位に重なる八尾（黒瀬谷）累層は，それに対して起状のある不整合面をもってabutする。従来岩稲累層の最上部に海成の部分を含められた地層は，上位の八尾累層に属するものである。一般に岩稲累層は海成の部分を含まず，その主体は陸域に堆積したことになる。この岩稲累層の最上部にある普通輝石安山岩は，いずれも16m.y.に近い年代（柴田，1973）を示しており，布ヶ滝火山岩層の下部が年代的に16m.y.を示すことと余り大差はない。また，富山県西南部の岩稲累層下部に玄武岩～玄武岩質安山岩が分布する傾向があるので，この地域にもその下部に笹川火山岩層に相当する部分が存在すると予想される。なお，石川県東部県境付近から富山県中部の山田川上流域にかけて分布する医王山累層については，布ヶ滝火山岩層との関連において，層序的に十分検討する余地があると考えられる。

石川県能登半島主部に広大な分布を示す穴水累層は，一見その分布・構造が福井県東部（越前中央山地）の糸生累層に類似しており，将来の火山層序区分が期待される。しかし，予察的には笹川火山岩層および横山火山岩層に相当する部分が分布しているようである。なお，能登半島北東部に分布する柳田累層は，上位層（中新世中期）と整合関係を示し，石英安山岩質溶結凝灰結岩で特徴づけられる。その分布・層位・岩相から見て，布ヶ滝火山岩層にほぼ対比できるものと考えられる。さらに，その上位に重なる玄武岩類は，梅浦火山岩層に対応する可能性もあり興味深い。

奥丹後半島東部に分布する八鹿累層（弥栄火山岩層）については，既に池辺他（1965）によって，各種安山岩類は，A型・AB型・B型およびC型に区分されている。これらの各型は，層序的にA型が最下部を占め，AB型およびB型がA型と相互しつつ中部層準にみられ，C型はA～B型の上位に明瞭な境をもって重なるとしている。いま，これ等の型を福井県丹生山地の標準区分に当てはめて考えると，A・AB・B型は笹川火山岩層に，またC型は横山火山岩層に対応し，岩相的に酷似している。なお，布ヶ滝火山岩層に対応するものとしては，丹生山地と略類似の魚化石・植物化石を産出する世屋累層（東，

1973)がある。世屋累層は、下部に火砕岩が一般に乏しく、主として砂岩・泥岩の互層から構成されており、岩相・分布及び産出化石から、この地域でも丹生山地の糸生湖成層に相応する地質環境が存在していたと考えられる。世屋累層の上位には、不整合関係で豊岡累層(中新世中期)が重なっている。

以上述べた如く、ほぼ中新世前期を通じて、北陸地方各地域の各火山岩類(“部層”)は、岩質・岩相・層序などの点で、相互にかなり類似していると判断される。概観的に北陸積成盆地内では、かなり類似した火山活動が進行していると見做され、グリーン・タフ陥没盆地発生後も類似した地質環境の変遷があったとも考えられる。一応この様な観点に立って、各地域毎の対応を示したのが第4表である。

第4表 北陸積成区における新第三系下部の比較。

	TOYAMA	NOTO	NIU (1978)	OKUTANGO (1973)
LOWER MIOCENE		?	4	
		YANAGIDA F.	3 (16.0)	c b a S E Y A F.
	(16.0)		2	b a Y Ō K A F.
	I W A I N E F.	A N A M I Z U F.	1 (18.6)	b a
	(MOONST. Rh.) NIREHARA F. (24.0) (25.0)	M A S U H O F.	N I S H I T A N I Rh.	T A K A Y A N A G I F.

あ と が き

福井県丹生山地の糸生累層についての火山層序区分(単元)が、北陸地方の相当層についても、概括的には適用しようという見通しに立って、予察的にその試案を提示したのに過ぎない。これは陥没盆地(北陸積成盆地)の発生期にまつわる火山活動について、その見通しを得たかったためである。下部中新統と基盤構造との関連も重要であり、今後も詳細に、より広域的に多方面からの接近、とくに古地磁氣的層序の確立を試みたいと思う。

本研究に関して、文部省科学研究費(総合研究)の一部を使用したことを付記する。

文 献

- 東 洋一, 1977: 京都府奥丹後半島における中新統の層序について. 京都地学, 6, 1-6.
- 藤田至則, 1970: 本宿グリーンタフ形成期における造構運動. 地団研専報, no. 16, 43-95.
- , 1973: いわゆる地向斜の発生期の法則に関する二・三の問題点. 地質学論集, no. 9, 3-8.
- 広岡公夫・奥出恒夫・西村 進, 1972: 福井県丹生山地火山岩の古地磁気. 福井大学教育学部紀要, II, 1-15.
- 池辺展生・弘原海 清・松本 隆, 1965: 但馬・丹後地域. 地質学会72年会見学案内書.
- ・高柳洋吉・千地万造・池辺 稔・中世古幸次郎・柴田 賢, 1973: 日本新第三系対比試案. 地質学論集, no. 8, 215-219.
- ISHIDA, S., 1959: The Cenozoic strata of Noto, Japan. Mem. Coll. Sci. Kyoto Univ., 26, 83-101.
- 糸野義夫・坂本 享・石田志朗, 1961: 北陸東部の新第三紀地史に関する一試論. 榎山次郎教授記念論文集, 83-95.
- 河野芳輝・中川康一・蓮川 脩・屋敷 弘, 1969: 能登半島産安山岩の物理的性質と古地磁気学. 地球科学, 23, 243-251.
- 三浦 静・東 洋一, 1974: 北陸積成区における下部中新統に関する諸問題. 福井大学教育学部紀要, II, 15-25.
- 西村 進・石田志朗, 1972: Fisson-Track 法による男鹿半島の新第三系の凝灰岩の年代決定. 岩石鉱物鉱床学会誌, 67, 146-148.
- 坂本 享, 1966: 富山積成盆地南半部の新生界とその構造発達史. 地質調査所報告, no. 213, 1-28.
- 柴田 賢, 1973: 北陸層群中の火山岩類のK-Ar年代. 地質学論集, no. 8, 143-149.
- 杉山隆二, 1976: 第三系火山層序についての問題点. 新潟大学地質研究報告, no. 4, 215-223.
- 友田淑郎・小寺春人・中島経夫・安野敏勝, 1977: 日本新生代淡水魚類相. 地質学論集, no. 14, 221-243.
- 塚野善蔵・三浦 静, 1957: 石川・福井県下における白亜系と新第三系との境界に関する諸問題. 有孔虫, 10, 47-54.
- 植田良夫・青木謙一郎, 1970: 富山県西部に分布する月長石流紋岩のK-Ar年代. 岩石鉱物鉱床学会誌, 63, 28-29.
- 弘原海 清・池辺展生・松本 隆, 1966: 近畿北部の新生界の対比——近畿北部の新生界の研究, その3. 松下進教授記念論文集, 105-116.
- 山崎正雄・宮島吉雄, 1970: 富山県南西部に分布する月長石流紋岩の噴出時代について. 岩石鉱物鉱床学会誌, 63, 22-27.