

グリーン・タフ(緑色凝灰岩)

⑦

大 沢 穠

5. グリーン・タフ地域の新第三紀の地質層序 火成活動地質構造および構造発達史についての最近の研究(続)

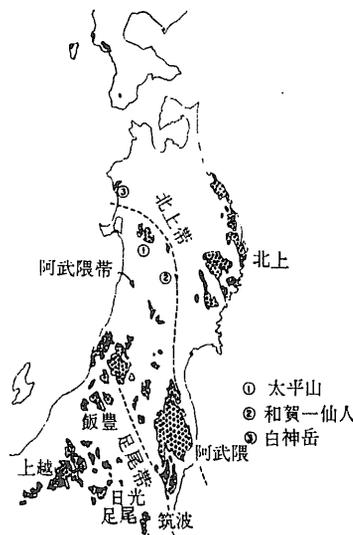
前回にひきつづき 東北日本のグリーン・タフ変動(地学団体研究会 1966)から2 3の論文について紹介することにしたい。

加納博教授ほかの人達(加納博 矢内桂三 辻万亀雄 河瀬章貴 蟹沢聡史 1966)によって初めてグリーン・タフ地域における2 3の基盤花崗岩の構造について述べられた。この論文はグリーン・タフ地域の基盤問題について貢献することが大であると同時に 基盤花崗岩の研究者の目から グリーン・タフについて考察しており啓蒙される所が多い。以下の要約のみを述べることにしたが ぜひ原著を参照されたい(第1図 第2図 第3図 第1表 第4図 第5図 第6図 第7図 第8図)。グリーン・タフ地域の基盤花崗岩類は 太平山 湯田ダム 白神岳の3岩体についてみると いずれもその主体をなすものは mesozone の進入花崗岩に属する。太平山複合プルトン(古いものから第1表に示したように I II IIIのグループに分類されるが また Buddington (1959)の生成した場(Zones of emplacement)の概念に従えば I II IIIはそれぞれ下帯(catazone) 中帯(mesozone) 上帯(epizone)に属する。湯田ダムおよび白神岳岩体には下帯の花崗岩は見出されないが 上帯の小侵入岩類を多数伴うことは太平山岩体と同様で

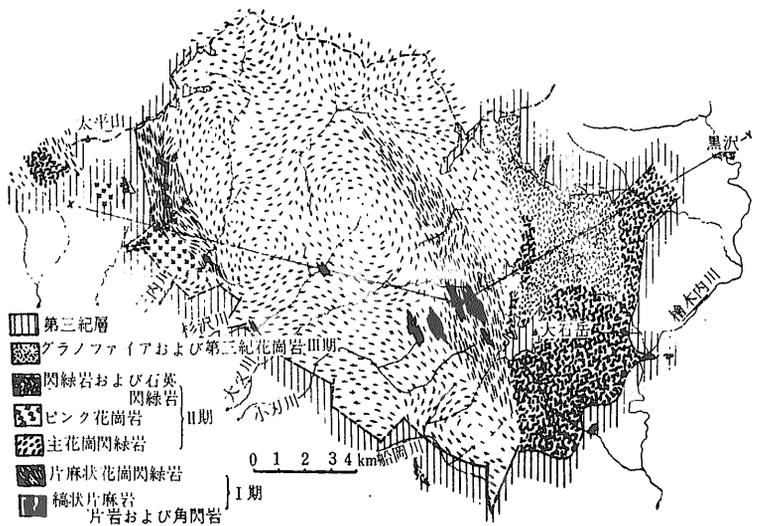
グリーン・タフ基盤花崗岩の特徴の1つといえる。

太平山岩体の主体をなすII期の主花崗閃緑岩と湯田ダム花崗閃緑岩は 現在の露出にみられる構造ではドーム状であるが 深部では下つぼみの「しずく」岩体であろう。各々の岩体はまた それぞれの長径が5~6kmの大きさの2 3の副ドームに分化している。白神岳花崗岩は太平山型「しずく」岩体の上半部が削剝された残りの部分が露出するもので 少なくとも2つの「しずく」岩体の複合からなる。この場合には単位岩体の大きさは10km程度である。いずれにせよ岩体の規模はあまり大きくない「小規模侵入」に属する。

太平山および白神岳岩体は岩体の周縁を断層または剪裂帯で切れ あるいは不整合に第三系におおわれている。湯田ダム岩体も変成岩類を含む基盤としてはその東縁を断層で切られている。これらの場合に基盤花崗岩体のもとのひろがりなどの程度であったか重要な問題であるが 多くの場合に断層または剪裂帯が 岩体の縁辺から遠くない位置に形成されていること 岩体の形が比較的まとまっていて(しずく状) かつ単位岩体のダイメンジョンも小規模であること(6~10km) などから考えて現在の露出範囲からそう広くひろがっていないとおもわれる。これら基盤岩の上昇が その周囲に卓越する中新世初期~中期の火山活動と ひいては含油新第三系積成盆地の沈降ならびに分化と密接な関係



第1図 東北日本の花崗質深成岩体の分布(加納・矢内・辻・河瀬・蟹沢 1966)



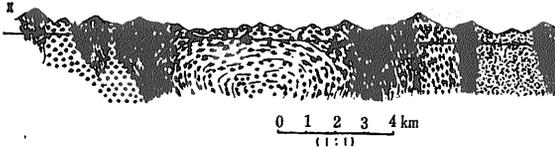
第2図 太平山複合プルトン地質図(加納・矢内・辻・河瀬・蟹沢 1966)

を有することについてはほとんど異論がない。岩体周縁部の断層は基盤の上昇を端的に表現するものであるが断層形成の時期については一般には中新世中期以降とする見方が強い。地形的にみてもグリーン・タフ地域の基盤岩類は一般に高所に分布し、上昇後まだ若いことを示している。しかし上昇運動がいつから始まったかについては明らかでなく、花崗岩の生成した場所が浅くとも5~6kmの深さであったことからすれば、それだけの隆起量のすべてを中新世以後の運動に帰するのは無理であろう。まして太平洋山岩体の場合には、下帯に属する1岩類を計算に入れば、隆起量は10kmをはるかに越えるかもしれない。

太平洋山岩体の周縁剪裂帯は注目に値する。それはプルトンそれ自身の生成した場所（おそらく後期白亜紀）からひきつづく上昇運動にともなう周縁部断層またはスラストの性格を有し、しかもその運動は蕨形流紋岩以降

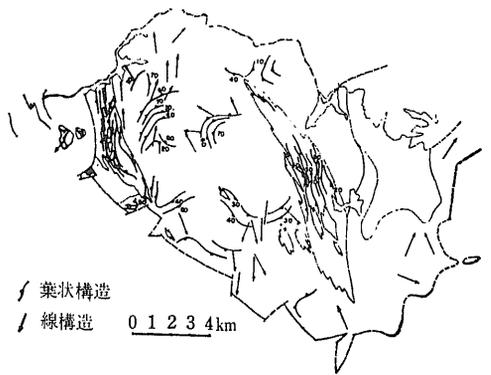
におよび、最終的にNW断層形成運動に発展したものと考えられる。白神岳岩体の周縁相にとくに顕著なミロナイトの形成も同様とおもわれるが、この場合には進入と同時にプロトクラスチック（原生砕屑）な圧碎作用を伴う上昇運動が始まっていたとみられる。

基盤花崗岩の生成にひきつづく上昇運動が重要な意義を有するとすると、それに関連して注目すべき現象は花崗岩体の内外を通じて特徴的な岩脈類の活動である。それには塩基性のものから酸性のものまで、また微はんれい岩、輝緑岩、グラノファイア、アプライト、ペグマタイトのようなものから安山岩、石英安山岩、石英斑岩、流紋岩のようなものまで、いろいろなものが含まれている。活動の時期についても、アプライト、ペグマタイト

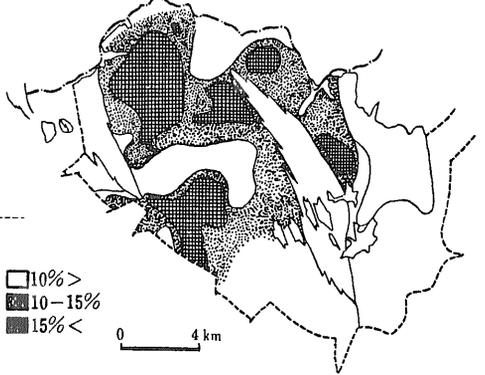


第3図 太平洋複合プルトン地質断面図（加納・矢内・辻・河瀬・蟹沢1966）

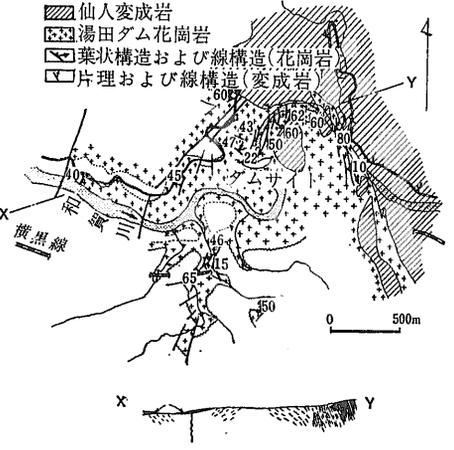
時代	時期	主要岩相	対比
第I紀	先	1a.	最古期深成変成岩類 縞状片麻岩、黒雲母変成岩類、片岩および角閃岩類（黒田 1963）
		1b.	片麻状花崗閃緑岩
		主	主進入岩類 IIa. 主花崗閃緑岩、IIb. はんれい岩~石英閃緑岩、IIc. ピンク花崗岩
第II紀	後	新	新期阿武隈進入岩類（島津 1964）
		新	新期進入岩類 III グラノファイアおよび周縁類
		第	第三紀花崗岩地区の“第三紀花崗岩”類（折本 1965）



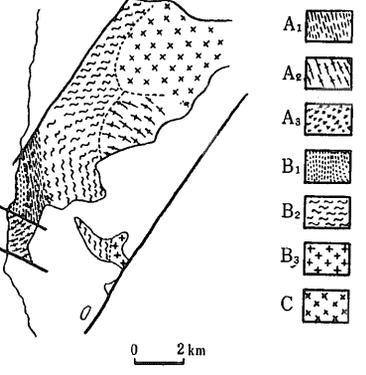
第4図 太平洋山岩体の構造図（加納・矢内・辻・河瀬・蟹沢 1966）



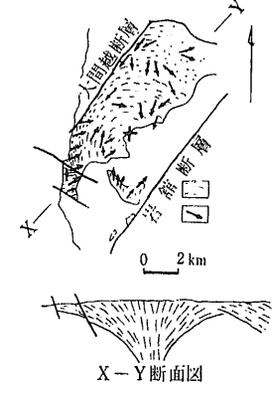
第5図 主花崗閃緑岩体の色指数分布図（加納・矢内・辻・河瀬・蟹沢 1966）



第6図 湯田ダム花崗閃緑岩体の構造図（加納・矢内・辻・河瀬・蟹沢 1966）



第7図 白神岳花崗岩体の岩相分布図（加納・矢内・辻・河瀬・蟹沢 1966）
 A1: 強片状細粒花崗閃緑岩
 A2: 弱片状中粒花崗閃緑岩~石英閃緑岩
 A3: 片状粗粒~中粒花崗閃緑岩
 B1: 片状粗粒アダメロ岩
 B2: 強片状残斑状粗粒アダメロ岩
 B3: 弱片状~塊状アダメロ岩
 C: 弱片状~塊状黒雲母花崗岩



第8図 白神岳花崗岩体の構造および進入形態 +印は線構造の交点から推定される進入の中心（加納・矢内・辻・河瀬・蟹沢 1966）

トのような主岩体進入と同時に直後とみられるものから明らかに第三系を貫ぬくものもあって すべてがある特定の一時期に活動したとは考えられず おそらく基盤の上昇に伴って断続的に広範囲な時期にわたって活動したものであろう。 基盤を中核とする中新世の酸性～塩基性火山岩の噴出も大局的にはこれらの進入活動と一連の火成活動に属するものであろう。

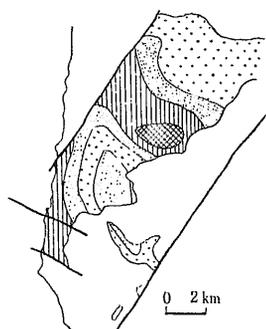
第三紀における基盤運動の性格は 花崗岩の進入後一般的な上昇過程に入った北上山地側と そのごも変動をつづけたグリーン・タフ地域側とは根本的に異なっている。 第10図に示したように 花崗岩の深さ (Buddington 1959) から逆算した基盤の上昇量 (後期白亜紀以後現在までの総和) の曲線は 盛岡・白河構造線の両側で著しく挙動を異にしている。 すなわち グリーン・タフ地域では男鹿半島西海岸 太平山 脊梁山地などをピークとする顕著な起伏を示すのに対して 北上山地では全般的な曲隆状態をなしている。 いっぽう併記した重力異常曲線は グリーン・タフ地域では上昇量曲線とよく調和するが 北上山地では非調和的で 太平洋に向かって増加する。

重力異常の起伏は 地殻の比較的上部における構造および密度組成を反映するものでモホ面の起伏とは一般には結びつかないといわれている。 実際 人工地震探査 (1950～1953) から推定された東北地方におけるモホ面は北上山地の東縁で最も浅く 盛岡・白河構造線以西では深くなる傾向を示し 重力異常の起伏とは無関係にみえる。 このことは 男鹿・太平山・脊梁などにおける重力異常の極大が中間盆地における厚い新第三系堆積物に比して相対的に密度の高い深成岩および變成岩類からなる基盤の上昇に主としてとづくことを意味している。

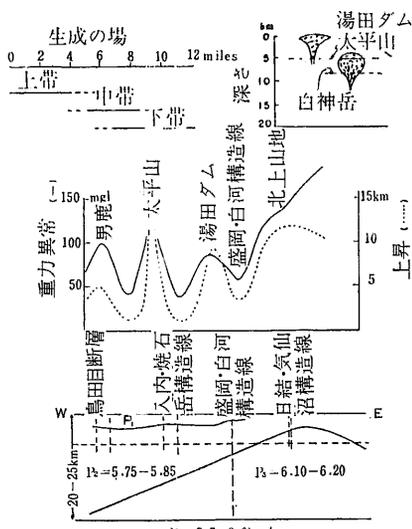
基盤上昇地域の周縁部に発達する断層または剪裂帯はこのような基盤運動の直接的表現である。 これらはいずれも地域的には重要な意義を有するが 第一級といわれる盛岡・白河構造線や 日詰・気仙沼構造線および早池峯・五葉山構造線 (山下 1957) とはちがって おそらくマントル上部まではとどいていない。 前からいわれているように この種の基盤運動によるブロック化がグリーン・タフ地域地体構造の特色であることを再認識するとともに基盤上昇の原動力が後期白亜紀における「すずく」岩体の生成から中新世にいたる一連の深成作用にあることを強調したい。 ただしここで深成作用というのは 花崗岩～はんれい岩の形成からグラノファイア 石英斑岩ないし輝緑岩の形成を含む複合火成活動を意味している。

八島隆一博士および生出慶司博士 (1966) (第11図) は長年にわたり研究された福島県霊山地域 宮城県高館地域などのデータを総括し 東北表日本における中新世初期の火山作用と変質作用について述べられた。 八島博士らは第11図のような構造区を設定した。 まず地質構造および火山作用の著しい相連にもとづいて 高館区と霊山区を設けた。 また 北上川河谷区と高館区一霊山区の西側に付随する変質帯は それぞれ独立した構造区として取扱い 北上川河谷区 阿武隈山地西縁区とした。 なお 阿武隈山地の東縁部に太平洋沿岸区をまた 別に塩釜・松島区を設けた。

火山作用の面からみた霊山区は 多量の橄欖石玄武岩の熔岩とその粗粒の火山砕屑岩によって特徴づけられ これらは断裂帯に沿って とくに漸移帯に集中的に分布する。 これに対して高館区は 多量の安山岩および輝



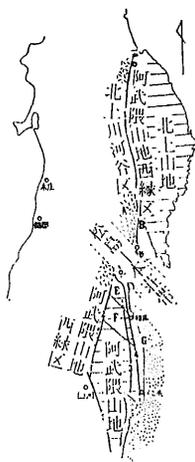
第9図 白神岳花崗岩体の色指数分布図 (加納・矢内・辻・河瀬・蟹沢 1966)



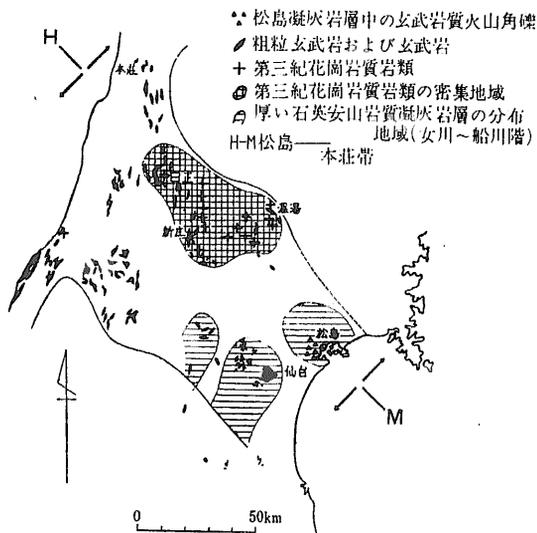
第10図

上左 花崗岩の生成の場と深さ (加納・矢内・辻・河瀬・蟹沢 1966)

上右 中帯のしずく状岩体と現在の削削面との関係 中：東北地方の東西断面における基盤上昇量と重力異常の関係 下：人工地震探査による地殻構造モデルと構造線



第11図 東北表日本東縁帯の構造区 D: 塩釜・松島区 E: 高館区 F: 霊山区 G: 太平洋沿岸区 1: 戸一浦谷線 2: 梁川～白沢線 3: 畑川破砕帯 4: 双葉断層 5: 棚倉破砕帯 (八島・生出 1966)



第12図 陸羽区における女川～船川階の火成岩の分布 (生田・折本 1966)

石玄武岩などの比較的多量の熔岩流によって特徴づけられ、霊山区とは著しい対立を示している。霊山区は霊山層の堆積期間を通して次第に地脊斜をたどっていたのに対して、高館区は逆に沈降化がすすめられたという対立的な基盤運動が両者の火山作用に著しい性格の相違をもたらしたものと考えられる。噴出の形式はいずれも裂目噴出である。次に阿武隈山地西縁区の中新統下部層は膨大な安山岩、輝石玄武岩と一部流紋岩によって特徴づけられ、総じて隆起地塊には橄欖石玄武岩や分化の余り進まない岩型がともなうのに対し、沈降（ないし陥没）地塊には主として安山岩と流紋岩の組み合わせが対応する傾向がある。太平洋沿岸区にはアルカリ成分の高い火山岩類があり、ほかの構造区には発見されていないし、期待もできない。これらの火山岩類が古い構造の再活動する舞台で、しかも太平洋沿岸沿いに活動している事実は重要な意義をもつものである。つぎに北上河谷および北上山地西縁区についてみると、多量の普通角閃石安山岩をまじえ、大部分がカルク・アルカリ岩系に相当し、わずかにソレイアイト岩系の玄武岩を産し、仙台以南の構造区とは全く趣を異にした火山活動の傾向を示している。塩釜・松島区は東北表日本とくにこれまでのにべたグリーン・タフ地域の東縁帯に属するほかの地域に比べて全く特異な存在であって、盛岡～白河線（坪井など 1954）の存在にかかわりなく、グリーン・タフ地域が太平洋側まで張り出してきているものと考えられる。紙面の都合上、大部分割愛したが、八島博士らは、火山活動がグリーン・タフ地域形成時の断裂運動に密接に関係していること、変質作用をこうむっていない新鮮な火山岩が多量に産出すること、それに関連

してグリーン・タフ地域と非グリーン・タフ地域の関係を追究するデータがえられ、この重要な問題を考察している。

生田慶司博士および折本左千夫博士（1966）（第12図）は第三紀花崗岩質岩類（Tertiary granitoids）について始めに、それらの野外での現出状態を総括し、火成成因論のなかで占めている意義について論じ、こんごの問題を提起している。最後に次のことを指摘している。東北地方の第三紀花崗岩質岩類に関するかぎり、女川階から船川階にかけての全岩しよう活動の一環としてとらえる必要がある。とくに第三紀花崗岩質岩類とこの時期に大量に活動した玄武岩ないし粗粒玄武岩との関係を切りはなすことは不可能である。ただ一定の地域において、第三紀花崗岩質岩類がほかの岩石とコンプレクスを形成して産出することは事実としても、より小さな単元で考えると、それぞれの岩石が集中してくる場所には偏倚が見られる。また第三紀花崗岩質岩類の場合、片側に基盤岩が広く露出しているような、その周縁の断裂部に多く産出する傾向をもっている（第12図）。

舟橋三男教授（1966）によって、後アルプス変動、総合研究の成果を中心としてグリーン・タフ地域の火成活動について総括された。以下にその要約を紹介したい。

I. はしがき

新第三紀構造運動の性格は断裂帯の発生とそれに伴われる膨大な火山物質の地表への噴出活動で特徴づけられる（湊、八木、舟橋 1956）。これは、それ以前の活動帯が何れも地向斜的堆積にはじまり、それにひきつづき造山運動とその中心に行われる深成作用で特徴づけられるのに対し、著しい対照をしめすものである。この新しい様式をもつ構造運動は、それに伴われる大量の火山噴出物の性格にもとづいて「グリーン・タフ活動」と名付けられ、その活動範囲はグリーン・タフ地域と呼ばれている。その活動の中心は断裂にあつて、その内外は火山噴出物に満たされ、また小侵入体を多数伴っている。この外側部は火山活動に関係する沈降運動の区域で、噴出中心より供給された凝灰岩類を混える泥岩によって厚く埋積されている。

II. 初期グリーン・タフ活動

グリーン・タフ地域の基本的性格は新第三紀初期にすでに明瞭にあらわれている。その根幹となるものは基盤の構造方向にほとんど規制されずに、列島弧の現在の一般方向にそつてのびる断裂帯の発生である。この断裂を伝わって行なわれる著しい火山噴出活動が大きな特徴

となるものである。またこの類例のない構造運動は沈降運動を伴う点も一つの特徴にあげられる。

西男鹿階のグリーン・タフ活動は新しい様式の新第三紀構造運動の先駆として重要な意義をもっている。東北地方を中心にみるとこの時期の火成活動はグリーン・タフ地域を縦断し相並んで延長する3つの地帯に行なわれている。それは

- i) 脊梁山脈位置を走り 北海道の小樽—室蘭を結ぶ線につながる主帯
- ii) それの西側に並行してのびる出羽—男鹿帯
- iii) 北上山地 阿武隈山地の西縁部にそって分布する東縁帯

等が区別される。おのおのの帯に噴出する火山岩類の性質や活動様式そのほかに相違があつて それぞれの特徴がみられる。主帯については次のような特徴がみられる。その分布位置は脊梁山脈に一致し 所々で第四紀火山体に被覆されるが それらの基盤となる一連の分布をたどることができる。ここでは塩基性安山岩質変朽安山岩の噴出がそのほとんどすべてで その熔岩 角礫岩 火山礫質凝灰岩の積み重りであらわされ いずれも強度の変質をうけている。この火山噴出は浅い水域のうちで行なわれたものと推定される。

出羽—男鹿帯にあつては おなじく塩基性安山岩質変朽安山岩の噴出が広く認められるが 同時にその後期には流紋岩や玄武岩の噴出が多く知られている。それらの多くは カルク・アルカリ岩系に属するものではあるが しばしばそれらに介在してアルカリ岩の性質の玄武岩 粗面岩 流紋岩が認められる。また 礫岩そのほか堆積層を挟在する頻度が主帯に比べより多く それらはいずれも植物化石を含むなど陸成層とみられるものが多い。とくに熔結凝灰岩の広範囲にわたる分布が最近多く知られてきており その噴出が陸上に行なわれたことを指示する。これの噴出岩はおなじく変質をうけその強度の点からみれば 主帯に劣るものが各所で観察される。

東縁帯にあつては 北上山地西縁部にみられるものはすべて塩基性安山岩とその碎屑岩で構成されているが阿武隈山地のものは流紋岩および玄武岩が主要なものでこれに塩基性安山岩を伴うものとなつている。ほかの帯に著しい変質現象がこの東縁帯にはほとんどかけており いずれの火山岩も新鮮である。岩質上の特徴として 阿武隈山地の流紋岩中には明らかなアルカリ岩の性格をもつものを混える点 また その玄武岩はきわめて苦土に富む特異なものである点で ほかの帯のそれと際立つたちがひがある。また これらの噴出環境についても 北上山地 阿武隈山地ともに植物化石を伴う陸成

堆積層を多く伴う点で 出羽—男鹿帯に類するものがある。

このように 中央に典型的なカルク・アルカリ岩系の塩基性噴出物のみで構成され 少なくとも陸成層を伴うことのない主帯を発達させ その両側にアルカリ岩系の噴出物を伴い 陸成層を多く挟み 塩基性より酸性にわたる多種類の火山噴出活動をみせる地帯を発生させる点がこの先駆的活動の最も大きな特徴といえる。これらを構成する火山物質はいずれの帯にあつても 断裂にそつて点在する噴出中心より供給されたものである。阿武隈山地にあつては 山地の東縁と西縁に発達する破砕帯にそつて この時期の火山噴出が行なわれている。主帯の噴出形式もおなじ性格のもので 西男鹿階噴出物は基盤花崗岩の周辺を切る断裂群をつたい地表に溢流する熔岩流の重なりで示されている。なお 接近した噴出中心が断裂帯上に分布するため 同様な性格の噴出物の重りを広い範囲にわたつて示す結果となつている。出羽—男鹿帯にあつても同様な噴出形式が認められる。しかし 多くの場所で 基盤の地塁状に突出する山塊の固りを区画する断層位置が 噴出位置となつているものが知られている。秋田県太平山塊などがその代表的なものである。

台島階グリーン・タフ活動は前期の活動をはるかに上回る広い範囲に及んでおり グリーン・タフ活動はこの時期から始まる地区も多い。主帯についてみれば すでに西男鹿階の活動をみた地域にあつては 台島階の噴出物はその上位をほとんど整合的におおいつくすのが各所に知られている。その噴出物の量および広がりには著しいものがある。出羽—男鹿帯でも同様な噴出物の発達をみるが 前時階の噴出物に対して著しい層位的構造的不整合が認められる。これに対して 東縁では台島階の活動は全くみることができず 以降この地域での火成活動は全く跡をたち非グリーン・タフ地域としての過程をたどることとなつている。

主帯にみられる台島階噴出物は角礫岩など爆発的な噴出相であらわされ これに凝灰岩 泥岩などを混えるものになつている。前時階のそれに比べ地層としての一定の厚さをもつて広がる傾向がより明らかである。これら角礫岩に挟在する泥岩中から海棲化石が得られており 少なくとも 台島階後半から地域の大きな沈降によつて広く海侵をうけ この火山物質の堆積をみたものとされている。この噴出活動は中性安山岩質のものであるが これに流紋岩の角礫も含まれている。これらの岩質は西男鹿階には全く知られていないもので ここに明瞭な岩質のちがひがあらわれている。

これらの噴出物層は大荒沢層（西男鹿階）に対し互層をもつて移行する整合関係にあり また広い範囲にわたって均等の性質をもつて広がっている。とくに脊梁地域ではその東側と西側での堆積相のちがいが時代を追うに従って明瞭となるものであるが 台島階ではいまだ東西共に同一の火成層序があらわれており わずかに層厚のちがいがあるのみである。この地域ではその噴出中心を十分に確め得ないが それは大荒沢期の噴出中心の外側部（より東側および西側）に移行したものと推定される。このように中心に基盤花崗岩体を挟み その両側に大荒沢噴出物を さらにその外側に大石（台島階）噴出物を放出し その活動帯の幅を拡張し固化したものである。南北に長くのびるこのような性格をもつ単位岩体が雁行配列されることで主帯が構成されている。

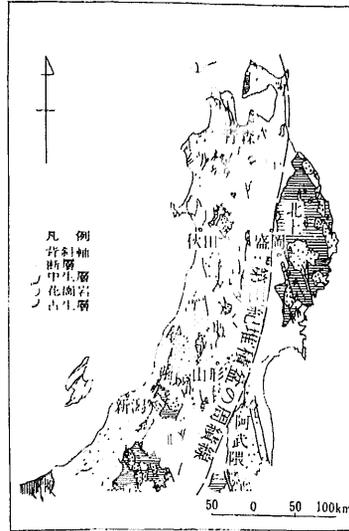
出羽一男鹿帯の地塁の周りにみられる活動もこの点と同様で 台島階火山物質の噴出部位は西男鹿階のそれよりも基盤から遠ざかり外側に認められる。こうした様式で 中心に古期基盤岩体をおき その周りに火山噴出帯をめぐらし これらが一体となつてグリーン・タフ活動帯の中心域が確立されている。これが南北方向に断続しあるいは北海道西部にみられるように雁行状に並ぶことで出羽一男鹿帯が構成されている。

Ⅲ. 中期グリーン・タフ活動

前期グリーン・タフ活動が 断裂帯にその噴出位置を規制されるものでありながら その噴出物は層状に広がり基盤を広くおおい 側方にも拡張されグリーン・タフ活動帯の中心域を固めるものであつた。これに対して 中期グリーン・タフ活動はかなり限定されており その噴出物の広がりもはるかに小規模になつている。これは女川・船川階として独立した活動期をみせるものである。

この活動の特徴は 進入帯の成立したことにある。これは前期グリーン・タフ活動の産物で構成された中心域の外側を区画して線状に発達するものである。この進入帯のより外側は新期の厚い海成層に埋められる沈降区域 堆積区域が発達している。中心域がこの時期から上昇運動を示すが それとこの外側の沈降運動を行なう区域との境界に相当する位置に進入帯が認められる。この進入帯にみられる火成岩類は玄武岩 変朽安山岩 石英安山岩 流紋岩および第三紀花崗岩類などである。沈降区の堆積物は硬質頁岩で代表され この硬質頁岩は流紋岩質あるいは石英安山岩質の多くの凝灰岩層を挟んでいる。

いま一つ女川・船川階の火成活動を特色づけるものに玄武岩の活動がある。上記進入帯にも玄武岩の岩脈をみるがそれは小規模なもので おもな活動範囲はそれを



第13図
東北日本における地質構造と基盤岩の分布
(池辺・石和田・河井 1965)

離れて硬質頁岩の堆積区域内にあり 玄武岩のみでほか岩種を伴わない独立の活動を示している。実際にこの玄武岩の分布図をつくり硬質頁岩の等層厚線図に照しあわせると その堆積盆地中の特別な肥厚部が各所にあつて その周辺部に多くの玄武岩の分布が一致する。また 基盤岩類が広く露出する地域のまわりから堆積地区に移行する部分にも玄武岩の噴出 進入が認められる。それぞれの地域の基盤に部分的な大きな沈降が生じた場合 その周りの急激なたわみの部分が玄武岩の噴出位置になつていると推定されるものがある。

Ⅳ 後期グリーン・タフ活動

中新世最後期の北浦階火成活動は前階のそれと全く異なつた様式で行なわれている。その主要なものは 石英安山岩の膨大な噴出であつて しかも その活動部位が従来女川・船川階にはあまり著しい活動をみせなかつた主帯の東縁部にそつてあらわれている。石英安山岩類の活動は その一部はすでに女川・船川階に開始されているものであるが 主要部は北浦階に属するとされ広い範囲に凝灰岩層を広げ その一部に熔結凝灰岩を伴っている。いくつかの場所で その噴出中心とおぼしきあたりにカルデラと推定される陥没地域が認められる。こうした様式の火山噴出活動はこれまでの火成活動には知られなかつたものである。青森県地内から北海道西南部地域にわたって広く分布する黒松内集塊岩層は一つの独立した活動を示し おなじ時期とみられる上記の石英安山岩に対し著しい対照がみられる。これは 北西—南東方向に ほぼ直線状にのびる地帯に集中してあらわれる。

