

# グリーン・タフ (緑色凝灰岩)

## (2)

大澤 稔

### 2. グリーン・タフ地域の新第三紀の火成活動

東北地方のグリーン・タフ地域の新第三系はその堆積量の60%前後が火山から直接供給された噴出物でしめられ、残りの40%もグリーン・タフ地域以外の新第三系の堆積物にくらべてきわめて凝灰質である。このように火山噴出物の非常に多いことが、グリーン・タフ地域の特長の1つである。グリーン・タフ地域の新第三紀の火成活動について初めて総括したのは、棚井助教授ならびに新堀博士(1951)であるが、火成活動が新第三系の地層の対比に利用されうることを立証したのは、高橋博士・八木次男博士・柴田荘三博士(1934)である(第1表)。高橋純一博士(1932)は青森県・秋田県・新潟県にわたる油田地帯の緑色凝灰岩を総括し、第2表のようにグリーン・タフを基底緑色凝灰岩と新緑色凝灰岩に分けられ、火山層序学的に研究され、その見通しの適確さが今日の研究者によって証明されている。

棚井助教授らは行政単位をとってそれぞれの地域における火成活動について次のように述べている(第3表・第4表・第5表)。青森地方の津軽地域についてみると、双六階(現在使われている門前期にほぼあたる)には輝石安山岩、角閃石安山岩などの多少基性な安山岩

の活動が行なわれ、末期は粗面岩質になる。台島階(台島・西黒沢期にほぼあたる)の火成活動は流紋岩があり、東部には玄武岩質安山岩の岩床が最下帯にある。女川・船川階(女川・船川期にほぼあたる)の前半には玄武岩の岩床が見られ、後半には石英安山岩の活動が知られ、この2つの活動の中間期に、局部的な複輝石安山岩の迸発がある。北浦・脇本階(天徳寺・笹岡期にほぼあたる)の火成活動は石英安山岩類で代表される。次に秋田県地方についてみると、双六階の火成活動は全地域が安山岩の活動で始まっている。この中期には黒雲母花崗閃緑岩や石英閃緑岩～花崗閃緑岩が貫入している。さらにこの階の中期から末期にかけて、流紋岩が活動を始めている。台島階の火成活動は共通性のある噴出岩として流紋岩があり、地域的に安山岩や玄武岩質のものがある。女川階の火成活動は台島階の後続的なものとして流紋岩、紫蘇輝石安山岩の活動があり、また玄武岩がある。船川階には安山岩がある。北浦階には両輝石安山岩の活動が特長であるが、石英安山岩もみられる。脇本階には紫蘇輝石安山岩などがある。そのほか、北海道山形地方、新潟地方などの火成活動についての第5表の東北地方火成活動総合表にまよめている。この総合表に示された火成活動史は、大局的にみて、現在でもゆるがないうりっぱな業績である。

加藤磐雄博士(1951~1955)は東北大学で行なったぼう大な研究成果をまとめ、秋田県横手盆地から山形県新庄盆地にいたる広域の緑色凝灰岩層を特長づける火山岩類

第1表

統制および 火山地層	第5統 白色凝灰岩上部	第4統 安山岩 石英安山岩	第3統 新緑色凝灰岩上部 石英安山岩 流紋岩、玄武岩	第2統 新緑色凝灰岩下部 流紋岩、安山岩	第1統 基性凝灰岩 粗面岩、角閃安山岩 基性安山岩	基礎地層
地方別	安山岩					
西津軽		津軽層	津軽層	津軽層	大戸層	花
(八木、高橋)		(津軽層)	(津軽層)	(津軽層)		
渡島南部		五郎層	孤島層	大沢層(海相)	船山層	船
(八木、高橋)			(知内層)	(吉岡層(海相))		
男鹿半島	船川層	福本層	船川層	岩島層(海相)	及六火山砕片岩	岩
(大澤)		北浦層	女川層	西川(海相)		
東津軽		石川層	船川層	太田層		及
(棚井)	豊田統	(大川目層)	(男ノ湯山層)			
秋田県		山科統	男鹿島統	院内統		生
(千原)	東果統	(原本、北浦層)	(船川、女川層)			
秋田南部		山科統	男鹿島統	院内統		層
(大澤)	東果統	(院内、天徳寺層)	(船川、女川層)			

(高橋純一・八木次男・柴田荘三 1934)

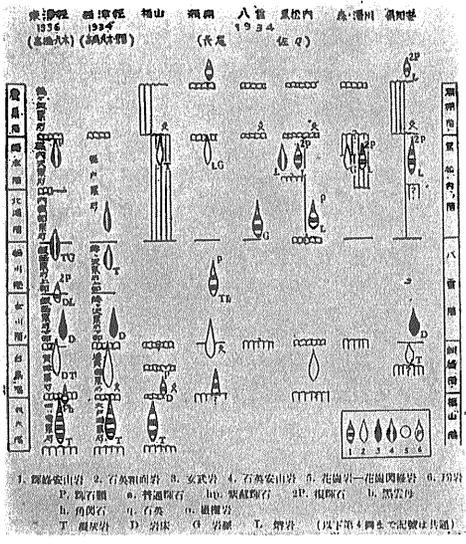
第2表

緑色凝灰岩	新緑色凝灰岩層上部	富分の不整合	同左	下	津	不	基性凝灰岩層	古生層及び花崗岩
男鹿半島	船川層	女川層	吉岡層	孤島層	大沢層	船山層	双六層	及
山形	形田層	男鹿島層	統	不整合	院内統	統	(間押)	
新潟	新	高橋層	寺泊層	七谷層	(赤谷、船川、大沢層、下層、七谷層、高橋凝灰岩、登戸凝灰岩)			

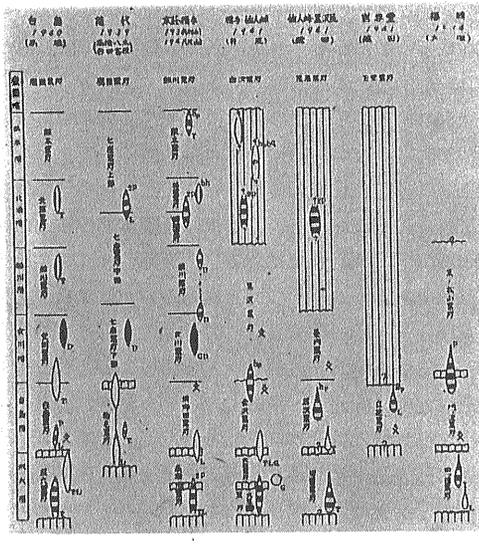
(高橋純一 1932)



第1図 男鹿半島の二ノ目湾と戸賀湾(藤岡教授1959) 男鹿半島西部の海岸は数100mの急崖をなし、海辺は小さい屈曲や岩礁にとみ、景勝地として有名である。比較的交通の便がよく、また岩石の露出がすこぶるよいので、古くから多くの地質学者により研究されている。この地名をとって赤島層、門前層、台島層、西黒沢層と名づけられ、グリーン・タフの研究者は一度は見学に行くところである。



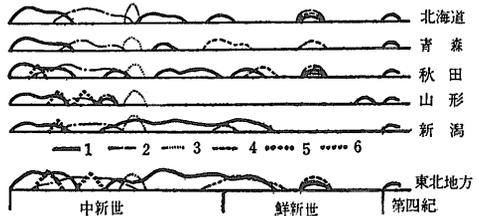
← 第3表  
北海道青森地方火成活動表  
(棚井助教授  
ほか1951)



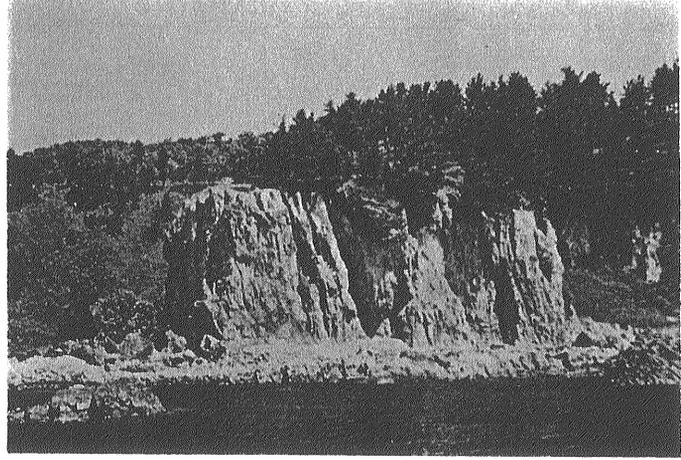
→ 第4表  
秋田地方火成活動表  
(棚井助教授  
1951)

の研究を発表された。加藤博士によれば高瀬川層・金山層(台島・西黒沢期にほぼあたる)の火山岩類の岩相型の分布を水平的にみると 横手盆地北縁・西縁・南縁地区をへて 新庄盆地北縁および南縁の各地区毎に 比較的酸性の岩相型と 比較的基性の岩相型とが交互にいちじるしい発達を示し さらに酸性火山岩のいちじるしい地区では 多くの場合これと同岩質の凝灰岩がこれにともなっている。さらに垂直方向の累積関係についてみると 少なくとも塩基性火山岩類は比較的低位を占め 酸性火山岩類はその上位をしめ 同時に後者は酸性凝灰岩類によって強調されている。この累積関係は基性から酸性への直線的漸移関係ではなく 交互に反覆的断続的關係をなし 全体としてその上限は酸性火山岩活動によって代表されている。粗粒玄武岩類は 上記の反覆的な交互活動のうちの塩基性岩相型の最も後期のものでさらにこれより上位の硬質頁岩層(女川期)の下部にまで アソシエイトした一群の火山岩類であると 加藤博士は述べている。

藤岡教授は加納教授ならびに茅原教授の研究結果(1954・1955)を総括し 次のように述べている。加納教授は桂根層基底部 女川層基底部 砂子淵層を貫く岩脈などの流紋岩および男鹿半島の真山流紋岩(第2図)を研究した。その結果によると 後3者はアノソクレス流紋岩であり 前者も真山流紋岩にともなうものと同じくアルカリ長石比の高いソーダ流紋岩で これら層準のことなるそれぞれの流紋岩も同質同型で 本質的に同じである。これらはいずれも海底噴出したもので 地向斜が西方移動した場合の正負相対活動の境界部噴出物にあたり 地向斜の発展分化の過程を表わすものである。



第5表 東北地方火成活動総合表(棚井助教授ほか1951)  
1. 輝石安山岩 2. 石英粗面岩 3. 玄武岩  
4. 石英安山岩 5. 花崗岩~花崗閃緑岩  
6. 玢石



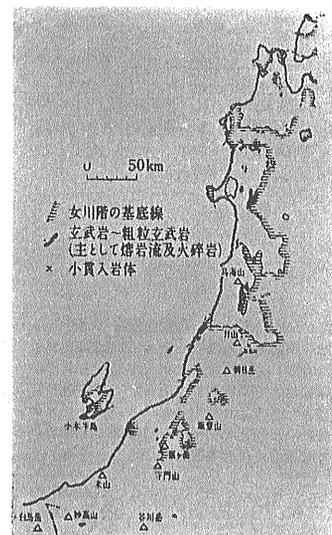
第2図  
男鹿半島西部の加度北方海岸の真山流紋岩(藤岡教授1950)  
真山流紋岩は 門前期の火山岩であって加納教授および高安博士によって詳しく研究された 本邦の火山岩のうち玄武岩や安山岩はよく研究されているが 流紋岩の岩石学的研究は ほとんど行われていない グリーン・タフ地域の金属鉱床は 流紋岩の多い地域に多いことなどからみて ぜひ研究しなければならない

玄武岩については 茅原教授は2回の顕著な活動をみとめた。すなわち 台島一西黒沢階の砂子淵玄武岩と女川一船川階の間瀬玄武岩である。これらの岩質および分布の研究から 次のように考えた(第3図)。これらの玄武岩の火山活動は 地向斜発展に対応するもので沈降期に行なわれている。そして玄武岩の分布は 積成盆地の外廓にあたる。これは造陸運動の影響が深部の basaltic layer までにおよび 深部のマグマを誘導したからであろう。そして玄武岩の分布はまた重力分布の有様ともよく一致する。積成盆地内部の脊斜またはドームに噴出する玄武岩は 基盤岩による胚芽的脊斜構造形成運動に関連して噴出したものとみられ 盆地周辺噴出と機構的には大体同じであろう。加納教授と茅原教授の酸性岩と塩基性による見解は表裏一体であり 火山活動が造陸運動に関連することを述べているのである。

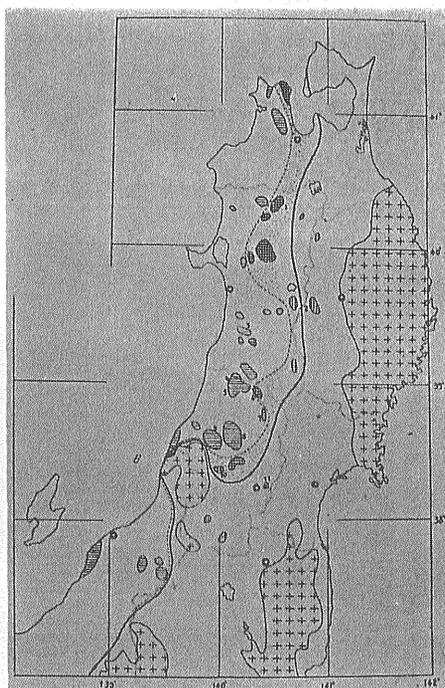
今田助教授(1954~1960)によれば 出羽丘陵地域の粗粒玄武岩は総じてソレイアイト岩系に属し いろいろの岩石型に分けられ 第4図のように3帯にわけられる。なお 橄欖石玄武岩の進入地域に少量であるが 紫蘇輝石粗粒玄武岩や灰長石粗粒玄武岩がある。これらの岩石型の地域的な変せんは 各岩型の成因に大きな意義をもつと考え考察を加えている。

藤岡一男教授はグリーン・タフ研究集会の代表者として1956年に火成活動について総括されて以来 現在にいたるまで数度にわたり見解を発表され 啓蒙された。詳細については グリーン・タフ地域の地質(鉱山地質第13巻 第62号・1963)を参照されたい。

井上教授(1958~1960)は第6表のような火成層序時階を設けられ 秋田油田地域の新第三紀の火成活動について究明された。紙面の都合上 同教授による各火成層序時階についてのみ述べる。



← 第3図  
中新世後期玄武岩類の分布  
図(茅原一也 1956)



→ 第4図  
粗粒玄武岩の分布  
(今田助教授1960)  
十字印の地域は女川階における陸域 太線は硬質頁岩(女川階) Isopach 300m線を表わす 横線の進入地域は橄欖石粗粒玄武岩の最も多い所 縦線の進入地域は輝石粗粒玄武岩の多い所 縦横両線の進入地域は橄欖石粗粒玄武岩および輝石粗粒玄武岩はほぼ等量にある地域で両者の漸移帯(図中に散点で示される)をなす 陸域と Isopach 300m線は北村(1958)の原因図である

(1) 萩形変質安山岩期(門前期)

粗面岩質安山岩と変朽安山岩の活動によって代表される時期である。粗面岩質安山岩はあまり厚くない熔岩火山礫凝灰岩 粗粒一細粒凝灰岩の累層で しばしば正常の堆積物をはさむ。堆積物と火山噴出物とは はっきり分離した単層として重なり 堆積物が火山噴出物に水平的に急移するような現象はみられない。濃色系の熔岩に 暗緑色 暗黄緑色粗粒一中粒凝灰岩(オコシ状)がともなわれる。濃色系の熔岩は緻密 堅硬で割れ目は硬質頁岩のような外見を呈する場合が少なくない。変朽安山岩は粗面岩質安山岩にくらべて厚い熔岩となり 漂白されて淡色系を呈する斑状の岩石である。

(2) 大倉又輝石石英安山岩期(台島期)

輝石石英安山岩の活動が特長的である。輝石石英安山岩は野外において“赤リパ”とニックネームで呼ばれるほど 赤紫色をおびることの多い流理の発達した岩石で 流紋岩のような外観を呈す。熔岩と火山礫凝灰岩噴出型凝灰岩があるいは互層し あるいは分布域をわけて相接している。熔結型凝灰岩をともない 熔岩の一部も熔結凝灰岩とみられる。

(3) 砂子淵玄武岩期(西黒沢期)

砂子淵玄武岩は広域にわたって活動したもので 枕状熔岩 塊集岩 火山角礫岩 火山礫凝灰岩および凝灰岩などからなり 鍵層として重要な役割りを果たしている。杏仁状構造を普遍的に有する玄武岩で スピライト化する

地 層 名	特有の火成岩	火成作用時期	標準作用時期
萩 形 層	粗面岩質安山岩 葉打安山岩	萩形葉質安山岩期	門 前 階
大 倉 又 層	輝石石英安山岩	大倉又輝石石英安山岩期	台 島 階
砂 子 淵 層	砂子淵玄武岩	砂子淵玄武岩期	
水 沢 巖 区 岩 層	諏訪山石英安山岩	諏訪山石英安山岩期	西 風 沢 階
林 沢 巖 区 岩 層			
女 川 層	馬場目粗粒玄武岩 愛染玄武岩	女 川 玄 武 岩 期	女 川 階
船 川 層	(船山火山岩類)		

第6表

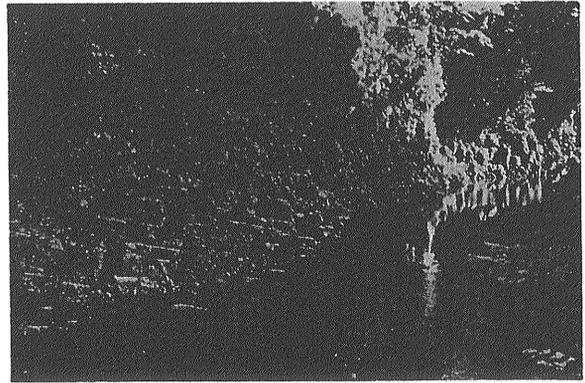
ることが多い。

(4) 諏訪山石英安山岩期

萩形葉質安山岩期や大倉又輝石石英安山岩期の火山岩は秋田油田の東西両縁山地に共通するばかりでなく、青森・秋田県境地域にも分布している。次の砂子淵玄武岩期の玄武岩は南北にも広く分布しながらも、八郎潟東岸以西にみられず、西方の分布域がそれ以前の時代の火成岩に比してせまくなっている。諏訪山石英安山岩期にはさらにこの傾向はいちじるしくなり、太平山基盤山地縁辺の東部に限られる。諏訪山石英安山岩期の熔岩火山角礫岩は諏訪山村近にかぎられ、凝灰岩がその周囲に発達している。赤味をおびた淡褐色を呈するもの、白色または灰白色で流理構造の発達するものがある。肉眼で斜長石の斑晶だけが少量みとめられるガラス質の岩石である。

(5) 女川玄武岩期

愛染玄武岩および馬場目粗粒玄武岩の活動期である。愛染玄武岩は火山岩体の部分よりも、自破碎状または火山角礫岩状を呈するところが多い。光沢のある黒色系の岩石で、炭酸塩鉱物の白色細脈が多くまだら状となる



第5図 秋田県北部藤里村の素波里峽(平山次郎技官撮影)素波里安山岩と呼ばれ、安山岩熔岩や同質の火山砕屑岩からなる

ものも少なくなく、橄欖石玄武岩である。馬場目粗粒玄武岩はつねに貫入相で、一般に黒色光沢のある中粒～粗粒の岩石で、風化面の玉ねぎ状構造の特長をもっている。

(6) 粗山火山岩類(まないたやま)

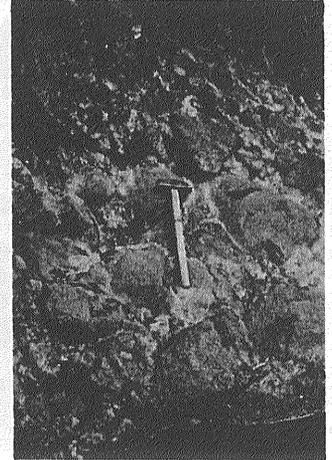
粗山火山岩類は女川階から船川階中期に活動した中性の火山岩類である。第5図、第6図、第7図の素波里安山岩はこの時期に活動した。肉眼的に光沢のある黒色ガラス質の安山岩が多く、暗灰色、灰色をしめすものもある。黒色のものは玄武岩と見誤まられることが少なくない。熔岩、自破碎状熔岩、火山角礫岩、火山礫凝灰岩、火山性礫岩など、色々な産状を示す。ときに火山弾の破片らしいものもふくまれる。火山噴出物から正常の堆積物に急移し、あるいは淘汰型凝灰岩中に火山礫としている。時間の経過とともに普通輝石安山岩から両輝石安山岩、角閃石・紫蘇輝石・普通輝石安山岩、黒雲母・角閃石石英安山岩へと変化したとみられる。

以上のほか各期の火山岩類の鏡下の特長について述べているが割愛した。

北村助教授(1954~1963)と東北大学の研究者らによって、脊梁山脈地域の火成活動が判明したが、とくに北



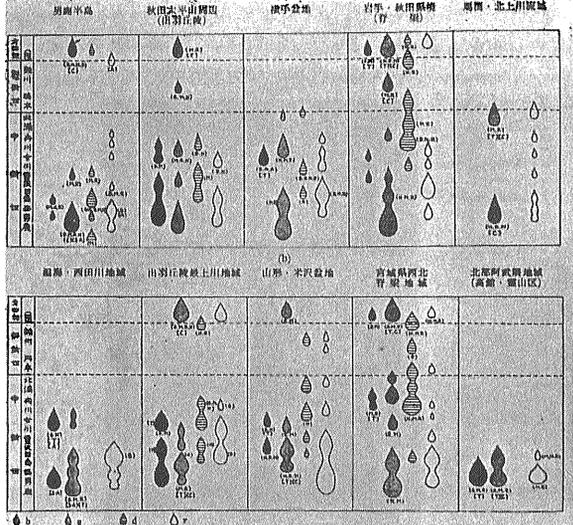
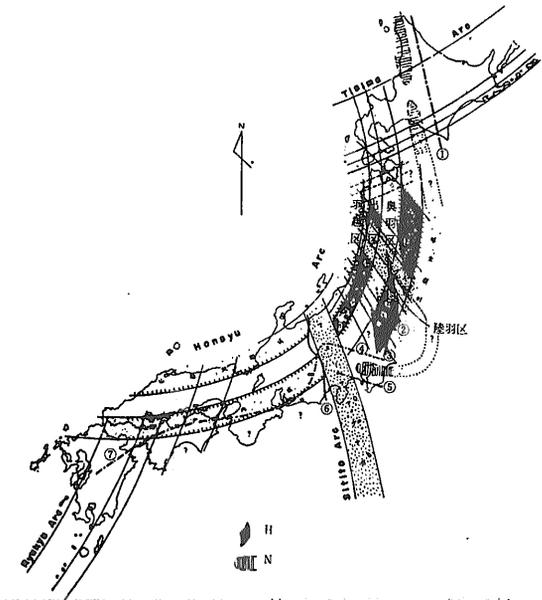
第6図 秋田県北部の藤里村滝ノ沢ガ口峽(平山 角枝官 1963) 素波里安山岩の凝灰角礫岩であって、水磨されて円珠をおびている



第7図 素波里安山岩の枕状熔岩(平山次郎技官撮影)

村助教授は 脊梁山脈地域の石英安山岩類の層位学的問題についての研究を行なった。北村助教授によれば石英安山岩類は すくなくとも次の5つの層準に分けることができる。すなわち古期のものより

- (1) は花山層などに相当するもので 石英安山岩熔岩 熔結凝灰岩および軽石凝灰岩からなる この石英安山岩類をもたらした火山活動は 中新世後期に生じたいちじるしい造構造運動にもなって生じたものである
- (2) は梅田層などに相当するもので ごく局部的である
- (3) は新期火山岩(大部分第四紀)の先駆のもので 現在の火山の分布と最も密接な関係をしめしている 熔岩と熔結凝灰岩からなり 鮮新世後期~更新世初期の東北日本全体に生じたいちじるしい造構造運動に引続いた新期火山活動の先駆として噴出したものである
- (4) は福岡層などに相当するものでごく局部的である
- (5) は鳴子地区の濁沼石英安山岩で熔岩を主としている



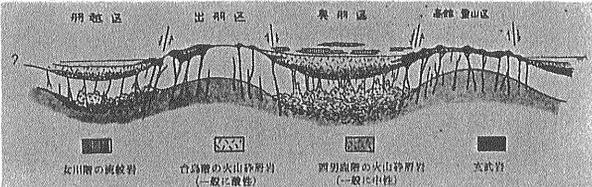
第10図 各地域の火山活動(生出博士ほか1960)

生出博士および大沼博士(1960)は 東北地方を第8図のように構造区に分けて火成活動について述べている。(第9図 第10図 第11図 第12図 第13図) 奥羽区は海浸の最も早かったところで 火山活動の最もはげしかった地域である。とくに台島から女川階まで引きつづいた大量の流紋岩の活動 船川階にはじまる石英安山岩の活動および第四紀の火山活動は奥羽区の特長である。また 造山期に入ってからの隆起量の最も著しいところでもある。出羽区は非沈降地帯をはなればなれに包含しており 特長は西男鹿~西黒沢階に玄武岩 玄武岩質安山岩 粗面玄武岩などが活動していることである。この点大部分非沈降地域である北上・阿武隈区うちの高館・霊山区に対応している。羽越区は女川階から船川階へと引きつづいた著しい沈降と石油母層の発達によって特長づけられる。火成活動は初期の西男鹿階(ほぼ門前期にあたる)と台島階および女川階をのぞいては静かであった。初期の火山岩は奥羽区と対応して中性~酸性岩が優勢でカルク・アルカリ岩に加えてアルカリ岩が活動している。陸羽区は独自の性質をもち 沈降量が近隣地域にくらべて大きかったと同時に 独自の方向を有する隆起帯を形成している。松島-本荘帯は陸羽区という独自の沈降帯のなかに独自に芽生えた造山性の隆起帯と考えることができ 東北地方で最も大きな第三紀花崗岩が分布している。また この帯には構造性あるいは火山性の陥没が存在している。以上のべたこ

第8図 アーク構造と構造区 (生出博士ほか1960)  
H: 非沈降帯(東北地方に限る)  
N: 負の重力異常  
1: 日高帯 2: 阿武隈断層帯  
3: 棚倉断層帯 4: 利根川構造線 5: 丹沢-嶺岡帯 6: 糸魚川~静岡線 7: 中央構造線

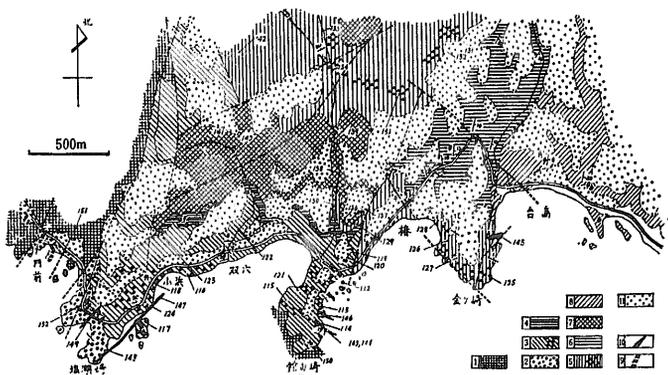


第9図 重力異常と深部断層帯 (生出博士ほか1960)  
1: 重力異常の不連続線に沿って推定される断層帯  
2: 重力異常等値曲線図における谷盆地地溝  
3: 西男鹿~西黒沢階の玄武岩質火山碎礫岩



第11図 地相斜形成期の火成活動(生出博士ほか1960)



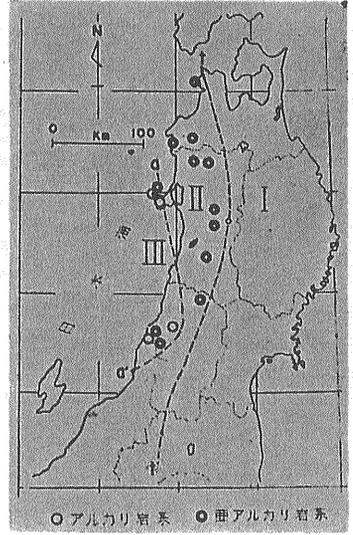


第15図 男鹿半島緑色凝灰岩層地域の地質図(宮城助教授1958)  
 1. 玄武岩質安山岩(西男鹿層群) 2. 塩瀬崎礫岩・凝灰岩部層(●印のみの部分は基底礫岩) 3. 館山崎凝灰岩部層(▲印は熔岩流) 4. 小浜砂岩部層 5. 金ヶ崎凝灰岩部層(▲印は熔岩流) 6. 中山峠砂岩・礫岩部層 7. 安山岩質玄武岩 8. 西黒沢層 9. 真珠岩(岩脈)

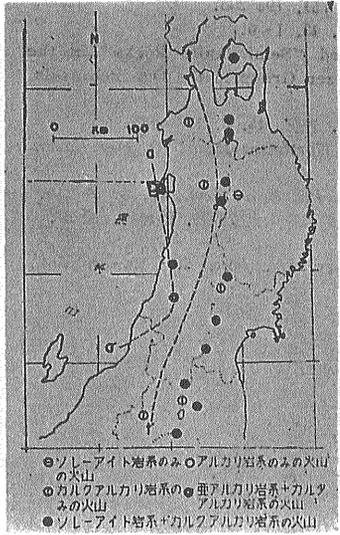
これら岩石区の火成活動の組み合わせのちがいの原因について述べ また東北地方の第四紀火山の岩石区とよく似た傾向があることを指摘している(第17図)。

その後 1964年に東北地方グリーン・タフ層中のアルカリ岩 亜アルカリ岩ならびに高アルミナ型玄武岩についての研究を發表された。なお 上述の岩石区とその特長について再検討している。要約すると次のようである(第18図)。

- (I) t-t' ライン以東(奥羽岩石区)……ソレイアイト岩とカルク・アルカリ岩の活動
- (II') t-t' ライン以東(霞前・高館岩石区)……大部分がソレイアイト岩で少量のカルク・アルカリ岩をとまう さらにその上 高アルミナ型玄武岩と亜アルカリ岩の活動
- (II) t-t' ライン~a-a' ライン(津軽・出羽岩石区)……多量のカルク・アルカリ岩と かなりの量のソレイアイト岩が指摘されている かなりの量の亜アルカリ岩や高アルミナ型玄武岩がある



第16図 東北地方グリーン・タフ地域の岩石区(宮城助教授1963)

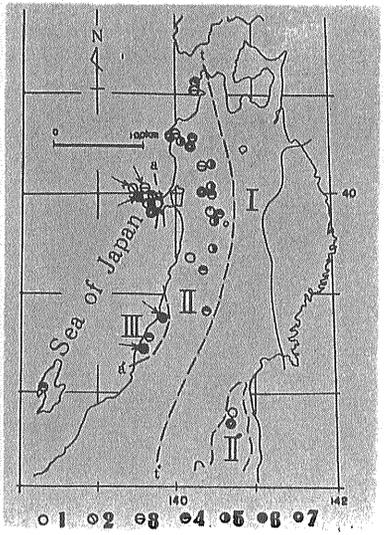


第17図 東北地方の第四紀火山の特色と岩石区(宮城助教授1963)

(III) a-a' ライン以西(男鹿・温海岩石区)……アルカリ岩が現出する それにかなり多量の亜アルカリ岩および少量の高アルミナ型玄武岩をとまう そのほか 男鹿半島ではソレイアイト岩がみとめられず カルク・アルカリ岩が少量あるのに比べ 温海地区は両者がほぼ等量である

河野教授ならびに植田助教授(1964)らによって本邦の火成岩についてK-A法による地質絶対年代の測定が行なわれている。この研究は正確なグリーン・タフ地域の新第三紀火成活動を論ずるために絶対必要である。河野教授らによれば 山形県北部及位付近朴木沢産の中新世初期の熔結凝灰岩(及位層最上部)の年代は2500万年である。舟橋教授を中心として主として脊梁山脈地域の研究が進められているが 残念ながらいまだ公表されていない。松本隆博士 八島博士などの多数の地質学者によって研究されているが 東北地方グリーン・タフ地域のうち 青森県・秋田県・岩手県および山形県北部を対称としたものにかぎり述べた。また地質ニュースであるので余りにも専門的な研究については割愛し グリーン・タフ地域の新第三紀の火成活動に焦点をおいて紹介した。次に主として筆者自身の研究結果もとして 東北地方のうち青森県・秋田県・岩手県 および山形県北部のグリーン・タフ地域の新第三紀の火成活動について のべることにする。(筆者は地質部)

- 第18図(注)
1. サンジナルカリ~亜アルカリ流紋岩
  2. アルフェード角閃石・サンジコメンド岩
  3. サンジシリソイダイト型アルカリ~亜アルカリ流紋岩
  4. トラキテック岩
  5. 斑状亜アルカリ安山岩質玄武岩
  6. アルカリ粗粒玄武岩
  7. 高アルミナ型玄武岩
- ▲印はアルカリ岩 記号 I II II' III a~a' ならびに t-t' は本文中に説明



第18図 東北地方グリーンタフ層の岩石区分とアルカリ岩・亜アルカリ岩・高アルミナ型玄武岩の分布図(宮城助教授1964)