

岡山県北部奥津花崗閃緑岩体の岩石学的研究

— その1 地質及び岩石記載 —

先 山 徹

岡山大学温泉研究所 温泉地質学部門
(1977年7月13日受付)

1. はじめに

岡山県北部～鳥取県にかけて白亜紀後期～古第三紀初期に活動した花崗岩類が広く分布する。柴田と猿山(1959)は当地域北方の鳥取県三朝町付近に出現している花崗岩類をかんらん石はんれい岩～中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩からなる田代型複合岩類、粗粒黒雲母花崗岩を主体とする小鴨型花崗岩類、粗粒角閃石黒雲母花崗岩を主体とする人形峠型花崗岩類に分類した。そして田代型→小鴨型→人形峠型の順に進入したものと結論している。

一方山田(1961)や村山と大沢(1961)らはこの地域全体の詳細な図幅調査を行ない、進入岩類の活動を大きく3期に区分した。彼らによれば、第1期の進入岩類ははんれい岩類、文象斑岩類、細粒黒雲母花崗岩からなり、主として中国山地脊梁部及びそれ以南に火山岩類と密接な関係を持つ小岩体として分布する。第2期の進入岩類は中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩、中粒黒雲母花崗岩、粗粒角閃石黒雲母花崗岩、角閃石含有斑状黒雲母花崗岩からなり、脊梁部及びそれ以南に底盤状岩体として分布している。また第3期の進入岩類は優白質な粗粒黒雲母花崗岩を主体とし、脊梁以北に大底盤を構成している。柴田と猿山(1959)の田代型に含まれる花崗閃緑岩と人形峠型花崗岩類は、いずれも山田(1961)らの第2期進入岩類に属し、また前者が人形峠型より古いとした小鴨型花崗岩類は後者の第3期進入岩類に相当する。

それに対し杉山(1965)はこの地域の進入岩類の主体をなす花崗岩類、すなわち山田(1961)らの第2期進入岩類の中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩(奥津花崗閃緑岩)、粗粒角閃石黒雲母花崗岩(人形峠花崗岩)、および、第3期進入岩類の粗粒黒雲母花崗岩(小鴨花崗岩)の関係について、奥津花崗閃緑岩がこれらのうち最も古く形成され、その後の小鴨花崗岩の進入に伴なう奥津花崗閃緑岩へのカリ添加作用によって人形峠花崗岩が形成された

と考察している。

筆者は岡山県奥津町付近に分布する、花崗閃緑岩からアプライト質花崗岩に至る複合岩体(奥津花崗閃緑岩体)*の地質学的・岩石学的研究を行なってきた。この小論ではその岩石学的記載と、上述の問題に関するこの岩体の研究のもつ地質学的意義について述べる。なお、この岩体の形成機構についても若干の考察を行なうが、詳論は現在進行中の岩石化学的研究の完遂後にゆずりたい。

なお花崗岩類の分類は Streckisen (1973) に従った。

2. 地質概略

奥津町付近の地質図を第1図に示す。

古生層及び石英安山岩～安山岩質火山岩類は花崗岩類に貫かれて顕著な接触変成作用を受け、古生層の泥質岩には黒雲母、堇青石、カリ長石が出現している。

細粒斑状トータル岩は顕著な面構造を持つ優黒質な岩石で上斎原～下斎原に分布し、上斎原花崗岩に貫かれて接触変成作用を蒙っている。主に角閃石、黒雲母、斜長石、石英、少量のカリ長石からなり、斜長石による斑状組織を呈する。

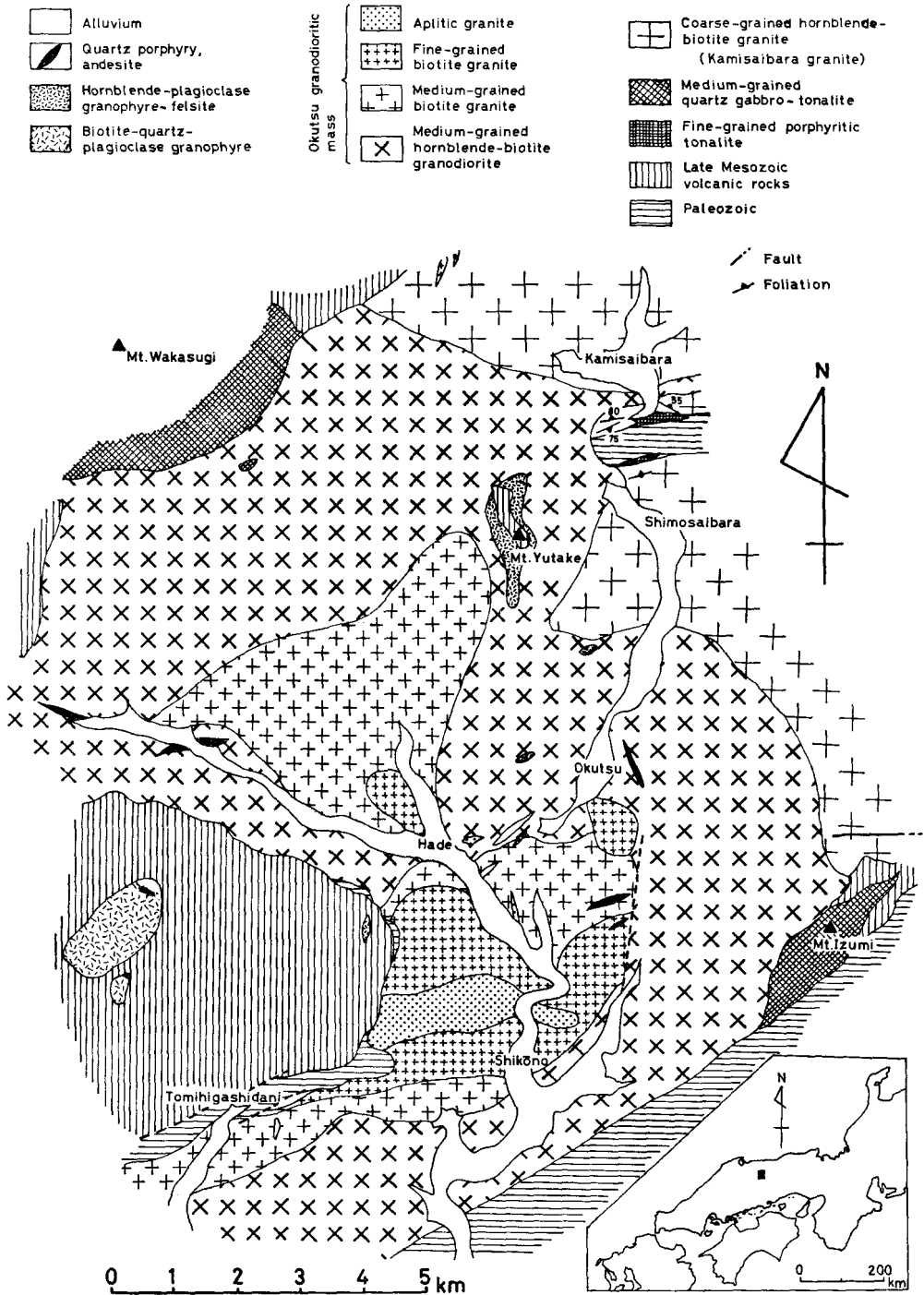
石英はんれい岩～トータル岩は石英閃緑岩を主岩相とする複合岩体を構成し、主として単斜輝石、角閃石、黒雲母、斜長石、石英、少量のカリ長石からなる。

黒雲母石英斜長石文象斑岩は富東谷北西にまとまって分布する。斑晶として斜長石、石英、黒雲母が見られ、石基は石英とカリ長石による顕著な文象構造を呈する。

角閃石斜長石文象斑岩～珪長岩は湯岳付近にまとまって分布する。斑晶として角閃石と斜長石が見られ、石基は石英と斜長石による文象構造を呈するが、岩相変化に富み、無斑晶に近い非顕晶質な岩相を呈する部分もある。

これらの小岩体を山田(1961)らは全て第1期進入岩類に含め、周囲の花崗岩類より古いとしたが、それにつ

* 奥津花崗閃緑岩がこのような複合岩体を構成している可能性は、岡山大学温泉研究所本間弘次、地質調査所笹田政克両博士により指摘(口頭)されたものである。



第1図 岡山県奥津町地域の地質図。
 地名：Hade……羽出，Kamisaibara……上斎原，Okutsu……奥津，Shikōno……至孝農，
 Shimosaibara……下斎原，Tomihigashidani……富東谷，Mt. Izumi……泉山，Mt. Waka-
 sugi……若杉山，Mt. Yutake……湯岳

いては問題があるかも知れない(本間, 1975 a, b).

本地域北東部には粗粒角閃石黒雲母花崗岩(上斎原花崗岩)が分布している。

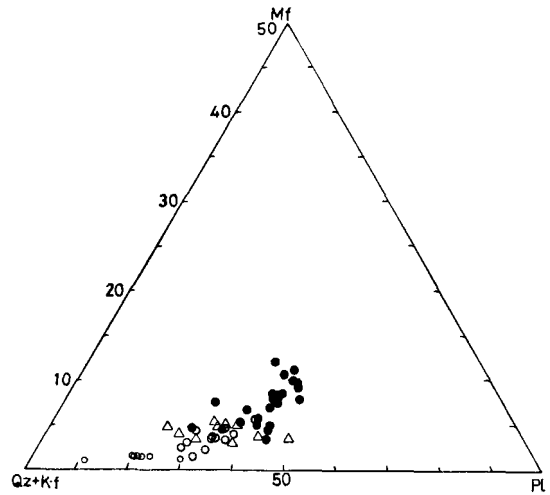
奥津花崗閃緑岩体は本地域の主要部を占め, 中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩, 中粒黒雲母花崗岩, 細粒黒雲母花崗岩, アプライト質花崗岩からなる。

上斎原花崗岩と奥津花崗閃緑岩体の記載及び両者の関係は次章以下で述べる。

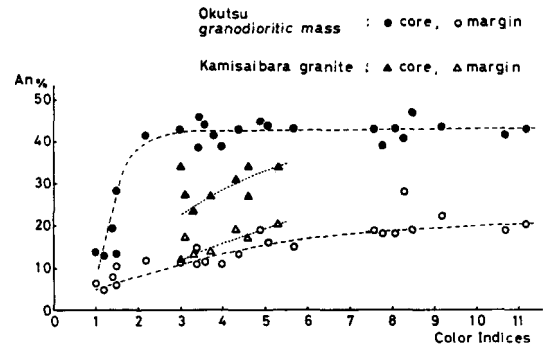
3. 上斎原花崗岩について

調査地域東部~北部に分布する優白質な粗粒角閃石黒雲母花崗岩で, しばしば長さ1cm~3cmのカリ長石の巨斑晶が発達する。全体を通じ均質であるが, 一部で面構造が見られることがあり, 上斎原~下斎原に分布する古生層と接する付近では特に顕著である。

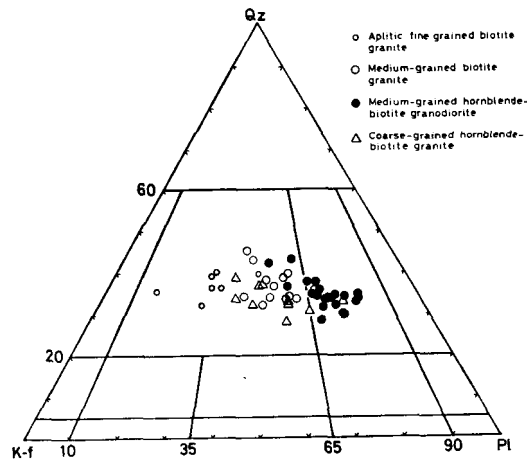
自形の黒雲母と緑色角閃石が独立の結晶として成長するが, 再結晶してできたと思われる細粒の黒雲母と青緑色角閃石が集合して見られることがある。また全体に暗色包有物や有色鉱物のクロットに富んでいる。カリ長石は自形性が強く, 他の鉱物をポイキリティックに包有する。またパーサイト構造が著しく, 曹長石ラメラの幅が広い(0.02mm~0.05mm)。石英は自形性が強く集合して球形を呈し, 有色鉱物を包有している。石英とカリ長石の文象構造はほとんど見られない。斜長石の累帯構造は顕著ではないが, まれに著しい oscillatory zoning を示し中核部に有色鉱物の包有物を多く含む結晶も見られる。副成分鉱物としてチタン鉄鈹のラメラを持つ磁鉄鈹・ジルコン・燐灰石・褐簾石・スフェンが見られる。奥津町付近の花崗岩類でスフェンが見られるのはこの花崗岩のみである。



第3図 有色鉱物-石英+カリ長石-斜長石図。記号は第2図に準ずる。



第4図 奥津花崗閃緑岩体及び上斎原花崗岩の斜長石の組成と色指数の関係。



第2図 石英-カリ長石-斜長石図

上斎原花崗岩のモード組成は後述する奥津花崗閃緑岩体と比べて変化に乏しく, 第2図ではやや石英の少ない領域に入ること, 第3図では斜長石の量が増加しても有色鉱物はほとんど増加しないことが特徴的である。

また斜長石の An 組成と色指数の関係を示す。上斎原花崗岩の斜長石の An 組成は, 色指数の低下に伴ない, 結晶周縁部も中核部もほぼ同じ割合で低下する。

調査地域北方に広く分布する花崗岩は柴田と猿山(1959)や杉山(1965)により人形峠花崗岩と呼ばれている。山田(1961)はこの人形峠花崗岩と上斎原以南に分布する花崗岩(ここでいう上斎原花崗岩)とを区別して記載しているが, 両者はカリ長石や石英の産状など, 類

似た岩相を呈し、両者を区別するのは困難であることから上斎原花崗岩は人形峠花崗岩の一員であると考えられる。

4. 奥津花崗閃緑岩体について

4-1. 産 状

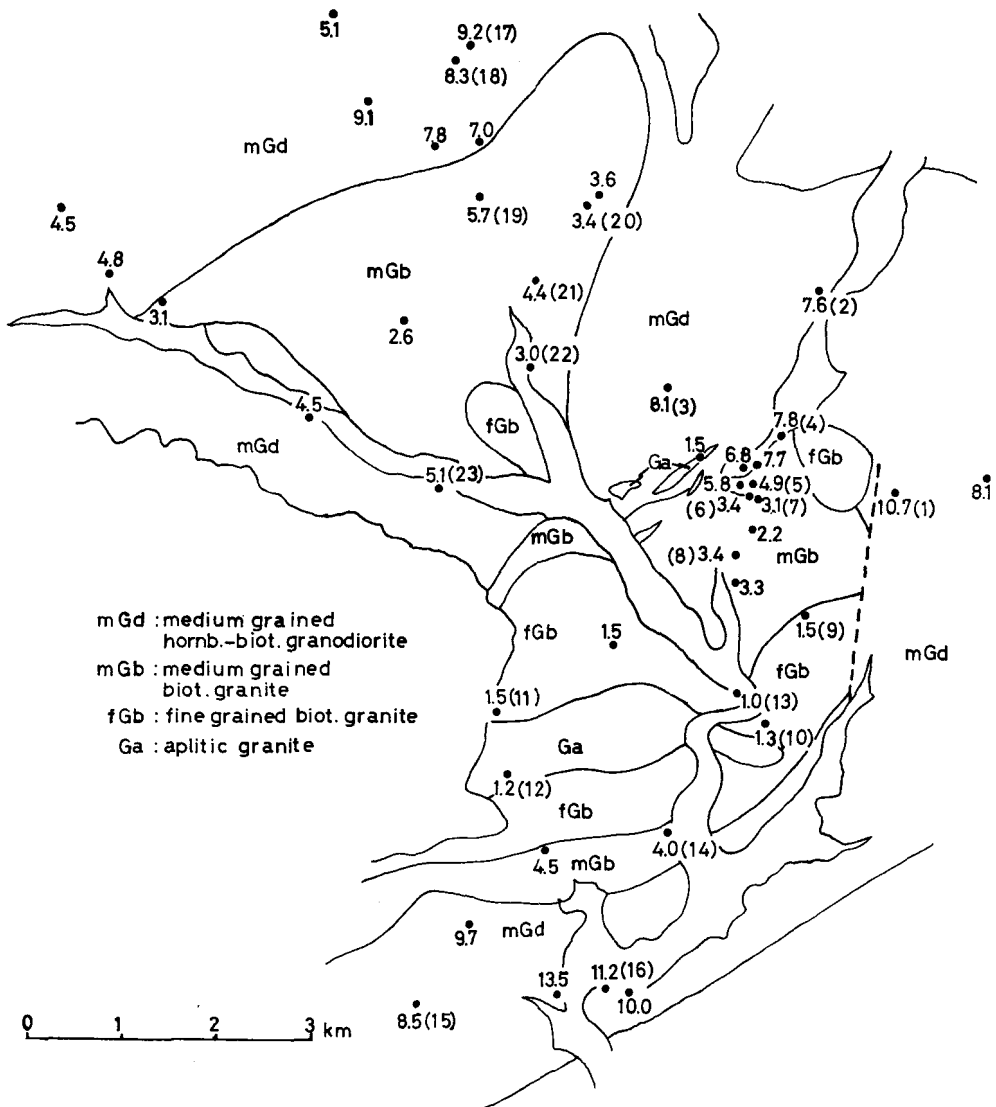
奥津花崗閃緑岩体は前述の様な4岩相からなる複合岩体で、岩体の外側から内側に向かって中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩、中粒黒雲母花崗岩、細粒黒雲母花崗岩、アプライト質花崗岩の順に分布する。

中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩と中粒黒雲母花崗岩は一

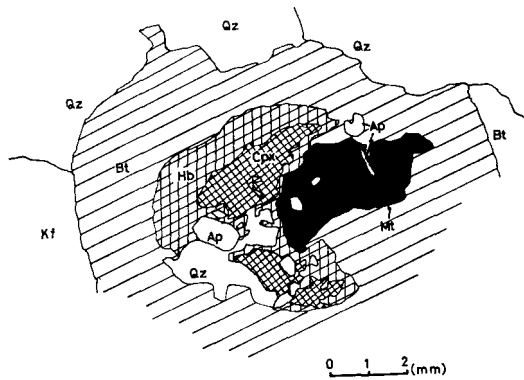
般に漸移し、色指数は中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩から中粒黒雲母花崗岩に移り変わるにつれて低くなる(第5図)。また奥津南方では両者が明瞭な境界を持って接している露頭が見られるが、接触部で急冷周縁相と思われるものは認められない。

細粒黒雲母花崗岩は中粒黒雲母花崗岩を脈状に貫き、捕獲しているが、中粒黒雲母花崗岩の近くでは粗粒になり、両者が漸移していると思われる部分も存在する。

細粒黒雲母花崗岩とアプライト質花崗岩は多くの場合漸移関係にあるが、一部で後者が前者を貫いている。またアプライト質花崗岩は羽出東方を中心に、中粒角閃石



第5図 奥津花崗閃緑岩体内の色指数の変化。()内は斜長石の組成測定地点。



第6図 中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩の有色鉱物の共生関係。単斜輝石のまわりを角閃石が取り囲み、さらにその外側を黒雲母が取り囲んでいる。

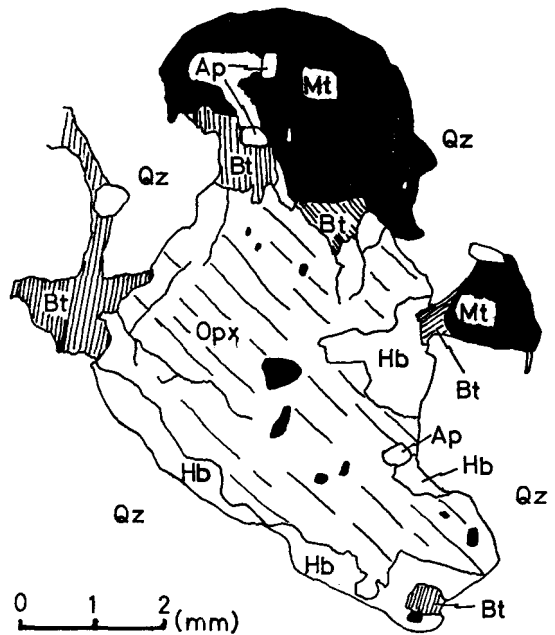
黒雲母花崗閃緑岩・中粒黒雲母花崗岩を脈状に貫いている。

以上のことから、これら各岩相の形成順序は中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩→中粒黒雲母花崗岩→細粒黒雲母花崗岩→アプライト質花崗岩であると考えられる。

4-2. 各岩相の岩石学的記載

中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩は全体にほぼ等粒状で有色鉱物に富み、暗色包有物や有色鉱物のクロットを多く含む。有色鉱物は主として自形の黒雲母と角閃石からなるが、角閃石は顕著な累帯構造を示し、周縁部では緑色、中核部では緑褐色を呈する。また、より優黒質な岩相では緑褐色角閃石に取り囲まれて、おそらく輝石から変化したと思われる淡緑色～無色角閃石が見られ、まれに単斜輝石の残晶も見られる(第6図)。また石英中の包有物として斜方輝石が見られることもある(第7図)。斜長石は著しい累帯構造を示す(後述)。カリ長石は間隙充填的で、しばしば石英と文象構造を示す。一般にパーサイト構造が発達しているが、曹長石ラメラの幅は狭い(0.01mm以下)。副成分鉱物としてチタン鉄鉱のラメラを持つ磁鉄鉱・ジルコン・燐灰石・他形で不規則な形態の褐簾石が見られる。

中粒黒雲母花崗岩は上述の中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩と比べて、暗色包有物がほとんど見られず、また、角閃石は極めて少ないか、存在しない。カリ長石は半自形～自形を呈し、黒雲母・斜長石をポイキリティックに包有し、石英と文象構造を示す。斜長石の累帯構造は著し



第7図 中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩の斜方輝石、石英中の包有物として見られる。

い(後述)。副成分鉱物としてはチタン鉄鉱のラメラを持つ磁鉄鉱・ジルコン・燐灰石・自形の褐簾石が見られる。

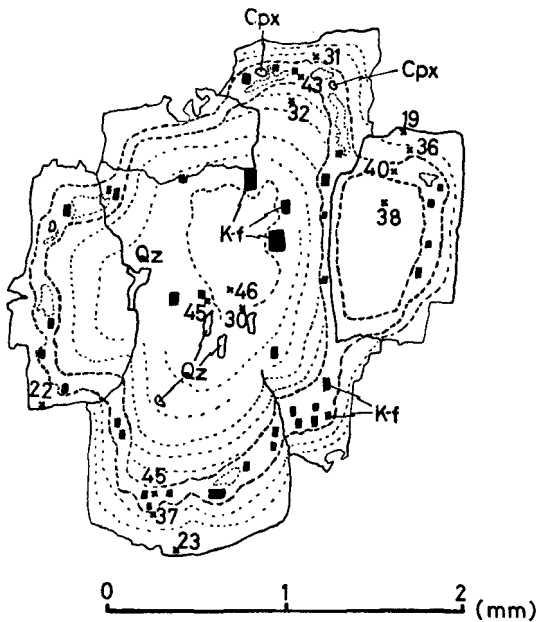
細粒黒雲母花崗岩は優白質でカリ長石に富み、半自形～自形の黒雲母が極少量点在する。カリ長石は自形性が強く黒雲母・斜長石をポイキリティックに包有し、石英と文象構造を示す。斜長石の累帯構造はあまり顕著ではない。副成分鉱物として磁鉄鉱・ジルコン・燐灰石・自形の褐簾石が見られ、チタン鉄鉱は存在しない。

アプライト質花崗岩は微細粒・優白質で、主に石英とカリ長石からなる晶洞に富んでいる。黒雲母は他形～半自形で極少量存在するのみである。カリ長石・石英・斜長石が半自形等粒状組織を示すのが普通であるが、部分的にカリ長石と石英の文象構造が発達することがある。

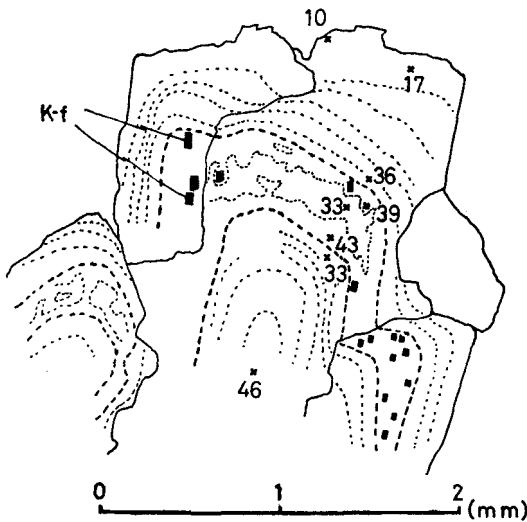
4-3. 斜長石の組成変化*

本岩体の主体をなす中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩の斜長石は顕著な累帯構造を示し、たとえば第8図に示したものでは An_{46} の組成の中核部を持ち、外側に向かって

* 斜長石の組成は XX, YY 角を測定し Uruno (1963) の図にプロットする方法と最大対称消光角を測定し Winchel (1951) の図にプロットする方法を併用した。



第 8 図 中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩の斜長石. 数字は An 組成を示す.



第 9 図 中粒黒雲母花崗岩の斜長石. 数字は An 組成を示す.

細かい oscillatory zoning を繰り返しながら An 組成が低下していき, An_{32} 程度まで下がるが, その外側で急激に An 組成が高くなり An_{43} 程度になる. その An 組成の高い部分にはカリ長石の patch が多く存在し, また石英の patch や極まれに単斜輝石と思われるものも存

在する. この部分を patchy zone と呼ぶ. patchy zone により, その内側の部分は resorption を受けている. patchy zone の外側では再び急激に An 組成が低下して, An_{31} 程度になり, さらに An 組成が低下して, 最も周縁部では An_{20} 前後になる.

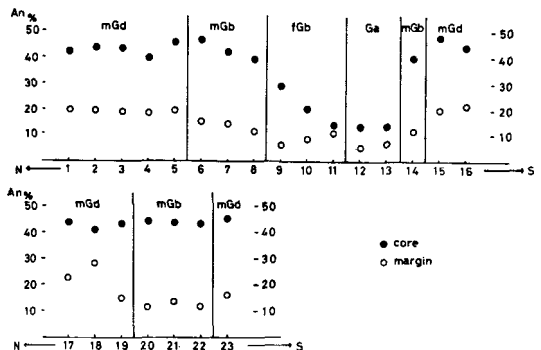
中粒黒雲母花崗岩では第 9 図に示す様に, 中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩とほぼ同様の組成の中核部を持ち, また patchy zone も存在するが, 周縁部はより An 組成が低く An_{10} 前後になっている.

この様に岩相変化に対して斜長石の中核部の組成は一定で周縁部の組成が変化する例は茨木複合花崗岩体 (田結庄と坂野, 1972 ; 田結庄, 1973) などで報告されているが, このことは両岩相の斜長石の中核部はほぼ同時に晶出し始め, また周縁部の晶出時の液の組成が異なっていたことを示すと考えられる.

一方細粒黒雲母花崗岩中の斜長石は中核部で $An_{30} \sim 20$, 周縁部で $An_{10} \sim 5$ の組成を示し, 中核部・周縁部ともに中粒黒雲母花崗岩より An 組成が低くなっている. patchy zone はほとんど見られず, 中粒黒雲母花崗岩と漸移する岩相の斜長石の中核部にわずかに見られるだけである.

アプライト質花崗岩ではさらに An 組成が低くなり, 中核部で An_{15} 前後, 周縁部では An_5 前後の組成を示す.

前述の様に奥津花崗閃緑岩体を構成する各岩相は互に漸移するが, これらの斜長石の An 組成も岩相変化に対して徐々に変化している (第 4 図, 第 10 図).



第 10 図 奥津花崗閃緑岩体の斜長石の組成と位置の関係. 各点はそれぞれ数個の結晶についてとめた値の平均値を示す. 横軸の数字は第 5 図に示したものに相当し, ほぼ北から南の方向に取っている.

4-4. 奥津花崗閃緑岩体の形成

奥津花崗閃緑岩体を構成する各岩相は、岩体周縁部に分布するものはより塩基性、中心部に分布するものはより酸性である。これは茨木複合花崗岩体などの様な、その場所ないしはそれに近い場所で分化を行なった複合岩体の特徴的な分布形態である。また文象構造が見られることやカリ長石中の曹長石ラメラの幅が狭いことなどから、比較的地下浅所で侵入、固結したと考えられる。

斜長石の周縁部の **An** 組成は中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩からアプライト質花崗岩にかけて徐々に低くなる。このことは岩体の周縁部から中心部に向かって徐々に固結が進行していったことを示す。

斜長石の中核部の **An** 組成は中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩から中粒黒雲母花崗岩にかけてほとんど変化しないが、細粒黒雲母花崗岩からアプライト質花崗岩にかけて急激に低下する。このことは前2者の斜長石はほぼ同時に晶出し始めたのに対し、後2者はより晩期に、より酸性の液から晶出し始めたことを示す。

これらのことから、奥津花崗閃緑岩体の形成過程を考えると次の様になる。

まず、中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩及び中粒黒雲母花崗岩の斜長石の中核部に相当する部分は、地下深所ですでに晶出していたと考えられる。その様な結晶を含んだマグマが比較的地下浅所に侵入すると、周囲から冷却していく。従って岩体周縁部から次第に固結していき、液相は次第に岩体中心部に集まる。そこで、すでに晶出していた斜長石を核として結晶作用を行ない、早期に固結した部分が中粒角閃石黒雲母花崗岩となり、より晩期に固結した部分が中粒黒雲母花崗岩となる。さらに、岩体中心部に集まった液相からの結晶作用により、形成されたのが細粒黒雲母花崗岩及びアプライト質花崗岩である。

5. 奥津花崗閃緑岩体と上斎原花崗岩の前後関係

奥津花崗閃緑岩体の主体をなし、最も外側に分布する中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩と上斎原花崗岩との直接の関係は露頭不良のため確認できなかったが、境界部と思われる地域で両者の岩相はそれぞれほとんど変化せず、両者が漸移することはない様である。

上斎原花崗岩にはしばしば面構造や再結晶したと思われる組織が見られるが、その西側に分布する奥津花崗閃緑岩体中には見られない。これは奥津花崗閃緑岩体の方が後に侵入したことと関連するかも知れない。

一方前述の様に人形峠花崗岩は上斎原花崗岩と同一のものと考えられるが、本間 (1975a) は上斎原北西方で、中粒黒雲母花崗岩が人形峠花崗岩を貫くとしている。こ

こで、本間 (1975a) の中粒黒雲母花崗岩は奥津花崗閃緑岩体中の細粒黒雲母花崗岩と全く同じ岩相を呈する。

これらの事実からすると、奥津花崗閃緑岩体は、人形峠花崗岩 (上斎原花崗岩) より新しい可能性が強い。

6. まとめ

奥津花崗閃緑岩体は、岩体の外側から内側に向かって中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩・中粒黒雲母花崗岩・細粒黒雲母花崗岩・アプライト質花崗岩の4岩相からなる複合岩体で、岩株状の形態を持つ。各岩相相互の関係は、多くの場合漸移関係にあるが、一部で貫入関係も見られ、より内側 (酸性) の岩相がより外側 (塩基性) の岩相を貫いている。

奥津花崗閃緑岩体の斜長石の周縁部の **An** 組成は、中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩からアプライト質花崗岩まで岩相変化に伴って徐々に低下していく。それに対して、斜長石の中核部の **An** 組成は、中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩と中粒黒雲母花崗岩ではほぼ一定で、細粒黒雲母花崗岩・アプライト質花崗岩では急激に低下している。

斜長石の組成と岩相変化の関係から、奥津花崗閃緑岩体を構成する各岩相は、本岩体を形成したマグマが地下浅所に侵入した後、周囲から冷却していく過程で、その場で分化して形成されたと考えられる。

上斎原花崗岩は全体に均質な粗粒角閃石黒雲母花崗岩で、調査地域北方に広く分布する人形峠花崗岩と連続して底盤をなすと考えられる。その侵入時期は奥津花崗閃緑岩体の侵入より前と思われる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり当岡山大学温泉研究所本間弘次博士、加々美寛雄博士には終始御指導頂いた。また麻田斉、山浦裕子の各氏には数々の技術的援助を頂いた。以上の方々に深く感謝する。

引用文献

- 本間弘次 (1975a) 人形峠附近の文象斑岩類 (鉛石閃緑岩) に関する 2, 3 の新発見. 岡大温研報, **44**, 21-32.
- 本間弘次 (1975b) 小鴨・倉見両花崗岩中の、斑岩岩相を伴う輝緑岩々脈について. 岡大温研報, **44**, 33-40
- 村山正郎・大沢穠 (1961) 5 万分の 1 青谷・倉吉図幅説明書, 地質調査所.
- 柴田秀賢・猿山光男 (1959) 鳥取県三朝町附近の地質及び岩石. 岡大温研報, **25**, 1-22.
- STRECKISEN, A. L. (1973) Plutonic rocks. Classi-

fication and nomenclature recommended by the IUGS subcommission on the systematics of igneous rocks. *Geotimes*, Oct. 1973, 26-30.

杉山隆二 (1965) 山陰地方の地質展望—山陰の基盤花崗岩類. 岡大温研報, **35**, 85-99.

田結庄良昭 (1973) 北摂, 妙見岩体の花崗岩類. 神戸大学教育学部研究集録, **48**, 123-149.

田結庄良昭・坂野昇平 (1972) 茨木複合花崗岩体の斜長石ゾーニングパターンについて. 日本地質学会第79年学術大会, 講演要旨, 113.

URUNO, K. (1963) Optical study on the ordering degree of plagioclases. *Sci. Rep. Tohoku Univ.*, Ser. III, **8**, 171-220.

WINCHEL, A. N. (1951) Elements of optical mineralogy, Pt. II, New York.

山田直利 (1961) 5万分の1奥津図幅説明書, 地質調査所.

PETROLOGICAL STUDY OF THE OKUTSU GRANODIORITIC MASS IN THE NORTHERN PART OF OKAYAMA PREFECTURE, JAPAN—PART 1, GEOLOGY AND PETROGRAPHY

by TOORU SAKIYAMA, *Division of Geology, Institute*

for Thermal Spring Research, Okayama University.

Abstract The Late Mesozoic granitic rocks have been studied in the Okutsu area, northern Okayama Prefecture.

Main portion of the area is occupied by the Okutsu granodioritic mass. It consists of mediumgrained hornblende-biotite granodiorite, mediumgrained biotite granite, fine-grained biotite granite, and aplitic granite in the succeeding order of intrusion. Contacts between these rock-types are generally gradational and An-contents of both core and margin of the plagioclase progressively decrease with increasing acidity of the rocks. These facts indicate a cognate origin of various rock-types of this mass.

The Kamisaibara granite, rather uniform coarse-grained hornblende-biotite granite, occurs in large batholith. It is inferred petrographically that the Kamisaibara granite is a member of the Ningyō-tōge granite widely distributed on the north of this area. Field evidence suggests that the Ningyō-tōge granite was intruded by the Okutsu granodioritic mass.