オーストラリアのIタイプ・Sタイプ花崗岩の黒雲母に みられる NH_4^+ 含有量の違い

田結庄良昭*・市原 優子**

The difference in NH_4^+ content of biotites between I-type
and S-type granitic rocks in Australia

Yoshiaki TAINOSHO* and Yuuko ITIHARA**

Abstract Ammonium contents of biotites in granitic, metamorphic and pyroclastic rocks from the Lachlan fold belt in Australia have been determined in order to examine the difference in NH_4^+ content of biotites between S-type and I-type granitic rocks. NH_4^+ contents of biotites range from 15 to 121 ppm (average, 51 ppm) in the S-type granitic rocks and 2 to 60 ppm (average, 30 ppm) in the I-type granitic rocks. This is consistent with the hypothesis that S-type granitic rocks were formed from molten sedimentary rocks and I-type granitic rocks were from molten mafic igneous rocks, because sedimentary rocks generally contain considerable amounts of NH_4^+ which was produced from the organic nitrogen in the sedimentary rocks, while NH_4^+ contents of mafic igneous rocks are lower than those of sedimentary rocks. The wide range of the contents in the S-type granitic rocks may reflect the variety of NH_4^+ content in sedimentary rocks. A narrow range of the contents in the I-type granitic rocks is due to the restricted NH_4^+ content in igneous rocks. In the Cooma metamorphic rocks, NH_4^+ content of biotite decreases with increasing metamorphic grade of the rocks (113 ppm in a schist, 88 ppm in a gneiss and 43—51 ppm in migmatites), and the biotites of Cooma granodiorites which are considered to be originated from the metamorphic rocks have the same level of NH_4^+ content (average, 41 ppm) as those of the migmatites. The contents of the S-type pyroclastic rocks (average, 28 ppm) are about the same as the average value in the I-type granitic rocks. The ranges of NH_4^+ contents of biotites in the S-type and the I-type granitic rocks in Australia are comparable with those in late Cretaceous granitic rocks of the Ryoke Belt and non-metamorphic terranes in Japan, respectively.

はじめに

ITIHARA & HONMA (1979)は、領家変成帯に分布する花崗岩中の黒雲母の NH_4^+ 含有量は非変成帯に分布する花崗岩中の黒雲母の値に比べて高いことを見出し、領家帯の花崗岩を形成したマグマには、堆積岩から NH_4^+ が供給されていたと結論した。CHAPPELL & WHITE (1974)は化学組成や構成鉱物などの特徴にもとづ

いて、花崗岩をIタイプとSタイプに分類し、前者は苦鉄質火成岩類の部分溶融によって生じたマグマから形成された花崗岩、後者は堆積岩類の部分溶融で生じたマグマからの花崗岩であるとした。もし、Iタイプ花崗岩とSタイプ花崗岩のちがいがCHAPPELL & WHITE (1974)が考えるような起源物質のちがいに由来しているのであれば、Sタイプ花崗岩の黒雲母にはIタイプ花崗岩のそれに比べて高い NH_4^+ 含有量をもつものが多いと考えられる。何故なら、碎屑性堆積岩、とくに泥質、粘土質岩の多くは有機物と、その有機物から生じた NH_4^+ をかなりの量含有する(Nとして、粘土質岩: 500—1000 ppm, 市原, 1978; ITIHARA & HONMA, 1983)のに対し

1988年3月4日受付。1988年6月9日受理。

* 神戸大学教育学部地学教室。Department of Geology, Faculty of Education, Kobe University, Nada-ku, Kobe, 657 Japan.

** 大阪市立大学理学部地学教室。Department of Geosciences, Faculty of Science, Osaka City University, Osaka, 558 Japan.

Fig. 1. Map showing distribution of the granitic rocks (after WHITE & CHAPPELL, 1983) and location of the rocks used for biotite analyses. Numbers show sample localities and correspond to those listed in Table 1.

A : Strathbogrie Batholith, B : Corryong Batholith, C : Berridale Batholith, D : Cooma granitic and metamorphic rocks, E : Tynong Batholith, F : Warry Range Batholith, G : Cobaw Batholith, H : Pilot Range Batholith, I : Stawell Batholith, J : Kosciusko Batholith, K : Bega Batholith.

て、苦鉄質火成岩の NH_4^+ 含有量は砕屑岩にくらべて著しく低い(大部分の苦鉄質岩石で、30 ppm 以下, WL-OTZKA, 1961)からである。 NH_4^+ は K^+ とのイオン半径の類似から、鉱物中で K^+ を置換しており、花崗岩では共存鉱物中黒雲母に最も高率に分配されることが明らかにされている(HONMA & ITIHARA, 1981)。

筆者らは、I タイプ花崗岩の黒雲母と、S タイプ花崗岩の黒雲母の間に、 NH_4^+ 含有量の差が認められるかどうか知る目的で典型的な両花崗岩が分布するオーストラリア南東部の Lachlan 褶曲帯の花崗岩について黒雲母の NH_4^+ 含有量を測定した。

試料と試料採取地域の地質

試料を採取した Lachlan 褶曲帯は I タイプ・S タイプ花崗岩の模式地である。Lachlan 褶曲帯の地質は WHITE & CHAPPELL(1983)にまとめられている。また、田結庄ほか(1986)、TAINOSHO *et al.*(1988)は同地域に分布する花崗岩を帯区分ごとにまとめて紹介するとともに花崗岩の帯磁率を報告している。それによれば、S タイ

プ花崗岩は帯磁率が低く(平均 $27 \times 10^{-6} \text{ emu/g}$, $N=320$; TAINOSHO *et al.*, 1988), ISHIHARA(1977)の提唱するチタン鉄鉱系に属するのに対して、I タイプ花崗岩の多くは帯磁率が高く(平均 $286 \times 10^{-6} \text{ emu/g}$, $N=212$; TAINOSHO *et al.*, 1988), ISHIHARA(1977)の磁鉄鉱系に属し、S タイプ花崗岩はその形成過程で堆積岩と密接に関係していることを明らかにした。また、A タイプ花崗岩の帯磁率は低く(平均 $49 \times 10^{-6} \text{ emu/g}$, $N=35$; TAINOSHO *et al.*, 1988)チタン鉄鉱系に属するが、S タイプ花崗岩のものより高い帯磁率をもつ。

WHITE & CHAPPELL(1983)によると、Lachlan 褶曲帯(Fig. 1)には、カンブリア紀からデボン紀までの花崗岩および堆積岩が広く分布し、堆積岩の主体はオルドビス紀の粘板岩と砂岩である。基盤岩は原生代の岩石類である。Corryong バソリスや Cooma 花崗閃緑岩を除くと、Lachlan 褶曲帯の花崗岩は、広域変成岩を伴わない。I タイプ・S タイプ花崗岩の分布状態は地域によって特徴的である(WHITE & CHAPPELL, 1983)。すなわち、東部と西部では I タイプ花崗岩のみが分布し、中央部で

Table 1. NH_4^+ contents of biotites with description of the rocks.

Sample No.	Description of rocks	NH ₄ ⁺ (ppm)	Average	
<u>S-type granitic, pyroclastic and metamorphic rocks</u>				
Strathbogie batholith				
S-1	cordierite-biotite granite	42	47	
S-2	cordierite-biotite granite	67		
S-3	garnet-cordierite-biotite granite	51		
S-4	cordierite-biotite granite	21		
S-5	cordierite-biotite granite	54		
S-6	cordierite-biotite granite	49		
Pyroclastic rocks				
S-7	rhyolitic welded ash-flow tuff	18	28	
S-8	rhyolitic welded ash-flow tuff	38		
Corryong batholith				
S-9	muscovite-biotite granite	121	108	
S-10	muscovite-biotite granite	95		
Berridale batholith				
S-11	biotite granodiorite	26	38	
S-12	biotite granodiorite	60		
S-13	biotite granodiorite	39		
S-14	biotite granodiorite	25		
Cooma granitic rocks				
S-15	cordierite-muscovite-biotite granodiorite	30	41	
S-16	cordierite-biotite granodiorite	30		
S-17	muscovite-biotite granodiorite	30		
S-18	cordierite-biotite granodiorite	64		
S-19	cordierite-muscovite-biotite granodiorite	56		
S-20	biotite-granodiorite	71		
S-21	muscovite-biotite granodiorite	63		
S-22	cordierite-biotite granodiorite	15		
S-23	cordierite-biotite granodiorite	49		
S-24	muscovite-biotite granodiorite	63		
Cooma metamorphic rocks				
S-25	migmatite	43	51*	
S-26	migmatite	51		
S-27	sillimanite-cordierite-biotite gneiss	88		
S-28	quartz feldspathic schist	113		
<u>I-type granitic rocks</u>				
Tynong batholith				
I-1	hornblende-biotite adamellite	49	27	
I-2	biotite granite	31		
I-3	hornblende-biotite granodiorite	2		
Warry Range batholith				
I-4	biotite granite	49	30	
Cobaw batholith				
I-5	hornblende-biotite granodiorite	12		
I-6	basic inclusion (hornblende-biotite diorite)	6		
Pilot Range batholith				
I-7	biotite granite	14		
Stawell batholith				
I-8	biotite granite	60	34	
Berridale batholith				
I-9	andalucite-biotite adamellite	55		
Kosciusko batholith				
I-10	hornblende-biotite granodiorite	19		
Bega batholith				
I-11	hornblende-biotite granodiorite	29	31	
<u>A-type granitic rocks</u>				
Bega batholith				
A-1	leucocratic biotite granite	37	52	
A-2	leucocratic biotite granite	30		
A-3	leucocratic biotite granite	89		

* Average value of the S-type granitic rocks (after exclude S-type pyroclastic rocks)

はIタイプ・Sタイプ花崗岩が分布する。また、最も東端部の部分には非造山帯に特徴的に出現するAタイプ花崗岩 (LOISELLE & WONES, 1979) の存在が報告されている。Aタイプ花崗岩はIタイプ花崗岩が形成されたあとの溶融残渣が再溶融して形成されたものと考えられている (WHITE & CHAPPELL, 1983)。本研究では, Lachlan 褶曲帯で採取した花崗岩・火砕岩・変成岩のうち, Sタイプの花崗岩および火砕岩 (流紋岩質溶結凝灰岩) から24試料 (S-1~24), 同変成岩から4試料 (S-25~28), Iタイプ花崗岩から11試料 (I-1~11), Aタイプ花崗岩から3試料 (A-1~3), を選んで実験に供した。各試料の採取地点をFig. 1に, 岩石種とその NH_4^+ 含量をTable 1に示す。なお, 岩石の採取は筆者の一人田結庄が行った。

黒雲母の分離と NH_4^+ 含有量の測定

黒雲母は岩石からハンドピックでとりだし, 電磁分離機と重液を用いて精製した。純度は90%以上である。これを分析試料とした。黒雲母のアンモニウム含有量はSTEVENSON (1960) の方法によって測定した。アンモニウムの分析誤差は約1ppmである。

分析結果

分析結果をTable 1に示す。

1. Sタイプ花崗岩: Lachlan 褶曲帯の中央部の変成岩を伴わない Strathbogie バソリスの花崗岩から分離した黒雲母 (S-1~6) は, 21—67 ppm, 平均 47 ppm の NH_4^+ を含有する。Strathbogie バソリスに隣接するSタイプの火砕岩 (S-7~8) の黒雲母の値は 18・38 ppm で, Strathbogie バソリスの黒雲母に比して, NH_4^+ 含有量が低い。帯磁率は火砕岩 (平均 67×10^{-6} emu/g, $N=19$) の方が Strathbogie バソリス (平均 11×10^{-6} emu/g, $N=15$) に比べ高い (TAINOSHO *et al.*, 1988)。変成岩を伴う Corryong バソリスからの試料 (S-9~10) の NH_4^+ 含有量は 95—121 ppm と高い値をもつ。Lachlan 褶曲帯の東部に位置し, 変成岩を伴わない Berridale バソリスからの試料 (S-11~14) の NH_4^+ 含有量は 25—60 ppm, 平均 38 ppm である。したがって, 火砕岩・変成岩を伴わない花崗岩・変成岩を伴う花崗岩の順に NH_4^+ 含有量が増加している。他方, Cooma 地域に分布する花崗岩質岩石は変成岩からしだいに花崗岩に岩相が移り変わっているところに出現する花崗閃緑岩で (Fig. 3), その変成岩の部分溶融により形成されたマグマから晶出したと考えられている (PIDGEON & COMPSTON, 1965)。これら一連の岩石から分離した黒雲母の NH_4^+ 含有量は花崗閃

緑岩 (S-15~24) では, 15—71 ppm, 平均 41 ppm であるが, 変成岩 (S-25~28) ではミグマタイトの 43 ppm から片麻岩の 88 ppm をへて片岩の 113 ppm へと変成度が低下するにつれて NH_4^+ 含有量が高くなる。

2. Iタイプ花崗岩: Lachlan 褶曲帯中央部 Tynong バソリスからの試料 (I-1~3) の NH_4^+ 含有量は 2—49 ppm, 平均 27 ppm, 同じく, Melbourne 周辺の他の岩体 (Warry Range, Cobaw, Pilot Range, Stawell の各バソリス) からの試料 (I-4~8) の含有量は 6—60 ppm, 平均 34 ppm である。これら試料は Stawell バソリスを除くと, すべて帯磁率の低いチタン鉄鉱系に属する (TAINOSHO *et al.*, 1988)。一方, Lachlan 褶曲帯東部の Berridale, Kosciusko および Bega バソリス (I-9~11) の NH_4^+ 含有量は 19—55 ppm, 平均 31 ppm である。これらの試料はすべて帯磁率の高い磁鉄鉱系に属する (TAINOSHO *et al.*, 1988)。このように, Iタイプ花崗岩はどの地域のものも, また, 磁鉄鉱系のものもチタン鉄鉱系のものも平均するとほぼ同程度の値を示し, Sタイプ花崗岩の値 (平均 51 ppm) より低い。そして, Iタイプ花崗岩とSタイプ火砕岩の値はほぼ等しい。

3. Aタイプ花崗岩: Bega バソリス中に露出するAタイプ花崗岩 (A-1~3, いずれも優白質黒雲母花崗岩) 3試料の NH_4^+ 含有量は 30—89 ppm, 平均 52 ppm で, 変成岩を伴うSタイプ花崗岩と伴わないSタイプ花崗岩との中間にある。

考察

1. 花崗岩のタイプによって異なる黒雲母の NH_4^+ 含有量

Lachlan 褶曲帯の花崗岩 (火砕岩2試料を含む) について, 花崗岩のタイプごとに黒雲母の NH_4^+ 含有量を図示すると Fig. 2-I がえられる。Sタイプ花崗岩の黒雲母の NH_4^+ 含有量が 15 ppm から 121 ppm までの広い範囲に分布するのに対してIタイプ花崗岩の黒雲母のそれは 6 ppm から 60 ppm までの狭い範囲におさまっている。CHAPPELL & WHITE (1974) が提唱するように, Sタイプ花崗岩は堆積岩の部分溶融によって生じたマグマから形成されたものであるなら, 溶融した堆積岩の違いによってマグマの NH_4^+ 含有量に大きい幅があるのは当然である。何故なら, 有機物を多量に含む頁岩・粘板岩を溶融した場合には, そのマグマは多量の NH_4^+ を含有するし, 比較的有機物含有量の低い砂岩を溶融した場合には, そのマグマの NH_4^+ 含有量はそう高くないからである。広範囲に分布する NH_4^+ 含有量は溶融した堆積岩の量や, その質的な違いを反映し

Fig. 2. NH_4^+ contents of biotites from granitic, pyroclastic and metamorphic rocks. Data for Japanese granitic rocks are from ITIHARA (1978) and ITIHARA & HONMA (1979).

ていると考えることができる。

I タイプ花崗岩の黒雲母にみられる NH_4^+ 含有量、6—60 ppm は I タイプ花崗岩を晶出したマグマにも NH_4^+ が存在したこと、しかし、その量は S タイプ花崗岩のマグマほど広い幅をもっていなかったことを表している。塩基性岩に NH_4^+ の含まれていることは WLOTZKA (1961) によってすでに明らかにされており、I タイプ花崗岩の黒雲母に NH_4^+ が存在するのは予期したことである。そして、 NH_4^+ をわずかしき含有しない塩基性岩 (30 ppm 以下, WLOTZKA, 1961) を溶融したマグマから晶出した花崗岩の黒雲母が低い NH_4^+ 含有量をもつのも当然である。

I タイプ・S タイプ花崗岩の黒雲母の NH_4^+ 含有量は、CHAPPELL & WHITE (1974) の仮説と矛盾しない結果を与えたといえる。すなわち、S タイプ花崗岩の黒雲母と I タイプ花崗岩の黒雲母の間に NH_4^+ 含有量の差が認められるのは、両タイプの花崗岩を形成したマグマの源である母岩、すなわち、堆積岩類と塩基性火成岩類の NH_4^+ 含有量が異なることにその原因が求められる。

A タイプ花崗岩の黒雲母の NH_4^+ 含有量は 37—89 ppm で、I タイプ花崗岩の値より高い。A タイプ花崗

岩は I タイプ花崗岩質マグマが除去されて後に残った溶融残渣が再溶融したマグマから形成されたと考えられているので (WHITE & CHAPPELL, 1983), 溶融残渣の部分溶融液に NH_4^+ が濃縮している可能性が考えられるが、液と黒雲母間の NH_4^+ 分配が不明なこと、試料数が少ないことなどから、現段階では、結論を下すことはできない。

2. 変成岩から花崗岩への移り変わりに伴う黒雲母の NH_4^+ 含有量の変化

Cooma 地域は変成岩から花崗岩への連続的な移り変わりがみられる地域で (Fig. 3), 堆積岩の部分溶融によって形成される S タイプ花崗岩について黒雲母の NH_4^+ 含有量を検討するのに都合のよいフィールドである。Fig. 2-II に見られるように、この地域の変成岩では、黒雲母の NH_4^+ 含有量は片岩の 113 ppm から片麻岩の 88 ppm をへてミグマタイトの 43—51 ppm へと低下し、花崗岩の 15—71 ppm へと移り変わる。このことは変成温度が上昇するにつれ、黒雲母中の NH_4^+ が逸散することを示唆している。KARYAKIN *et al.* (1973) は、雲母の加熱実験結果から、雲母中の NH_4^+ の離脱は 800—900°C で最高であると報告している。一方、HIGASHI (1982) は砥部石 (ammonium dioctahedral mica)

Fig. 3. Geological map of the Cooma area (after JOLPIN, 1942; HOPWOOD, 1969) and the locations of rock samples used in this study.

を示差熱分析して、 NH_4^+ の離脱による吸熱反応が 500°C から 650°C の間にあると報告している。したがって、雲母鉱物の NH_4^+ はかなりの高温に耐えるけれども、 600°C を越すような熱には不安定であると思われる。それ故、ミグマタイトの黒雲母が花崗岩中の黒雲母と同程度の NH_4^+ 含有量を示す (Fig. 2-II) のは、 600°C 近くの高い温度による熱変成作用によって黒雲母中の NH_4^+ が離脱したことに原因があると考えられる。

3. 日本の白亜紀花崗岩に関する分析値との類似性

Fig. 2-I に見られる NH_4^+ 含有量の分布状態とよく似た現象が、日本の変成帯と非変成帯の花崗岩の間に認められている。Fig. 2-III は、市原 (1978), ITIHARA & HONDA (1979) の報告にもとづき領家帯の花崗岩および

非変成地域に産出する白亜紀の花崗岩の黒雲母の NH_4^+ 含有量を図示したものである。一見して、Sタイプ花崗岩の黒雲母は領家花崗岩の黒雲母に、Iタイプ花崗岩の黒雲母は非変成地域の花崗岩の黒雲母に、 NH_4^+ 含有量の分布状態に関して対応していることがわかる。

ITIHARA & HONMA (1979) は領家花崗岩の黒雲母が非変成地域のものに比して高い NH_4^+ 含有量をもつのは、堆積岩から NH_4^+ が H_2O を介してマグマに供給されたためであると考えているが、特に、高い NH_4^+ 含有量 (149 ppm) をもつ領家帯の花崗岩の黒雲母は再生マグマから晶出したものであろうと記している。

ITIHARA & HONMA (1979) が測定に供した領家花崗岩の多くは領家帯古期のものに属し、変成岩を伴うもので一部は交代作用起源のものやミグマタイト質のもの

も含まれるが、多くはマグマ起源である。これら領家帯の花崗岩はその化学組成からは S タイプに属さないが、黒雲母の NH_4^+ 含有量の平均値は 67 ppm (N=9) (ITI-HARA & HONMA, 1979) で、オーストラリアの S タイプ花崗岩の平均値 51 ppm にかなり近い。また、日本の非変成帯地域の花崗岩における平均値は 22 ppm (N=11) (ITI-HARA & HONMA, 1979), オーストラリアの I タイプ花崗岩での平均値は 30 ppm であって、両平均値は近似する。 NH_4^+ の分析に用いたオーストラリアの S タイプ花崗岩や領家帯の古期花崗岩は堆積岩類の部分溶融や堆積岩との交互作用や同化作用などその形成にあたって堆積岩類と密接に関係していたと考えられる岩石で (CHAPPELL & WHITE, 1974; HONMA & SAKAI, 1975; 本間, 1976; ITI-HARA & HONMA, 1979), 堆積岩類から花崗岩マグマへ NH_4^+ が供給されたため、それら岩石の黒雲母はいずれも高い NH_4^+ をもつにいたったと考えられる。一方、 NH_4^+ の分析に用いたオーストラリアの I タイプ花崗岩や日本の非変成帯の花崗岩は堆積岩類の同化作用や交互作用をあまり受けていないと考えられ (CHAPPELL & WHITE, 1974; 本間, 1976; ITI-HARA & HONMA, 1979), 堆積岩類から花崗岩マグマへの NH_4^+ の供給はごくわずかにとどまったため、これら岩石の黒雲母はいずれも低い NH_4^+ 含有量をもつに至ったと考えられる。

このように、黒雲母の NH_4^+ 含有量の測定は、花崗岩の形成過程において堆積岩類と密接な関係にあったかどうかを知る上で有効な手段となりうると考えられる。

謝辞 試料採取は筆者の一人田結庄が文部省在外研究員としてオーストラリア La Trobe 大学滞在中になされた。同大学 WHITE 教授ほか教職員、院生の方々には現地を案内していただき、また文献などの教示を受けた。大阪市大、赤井保津美氏には神戸大学でのアンモニウム分析の準備にあたってお世話になった。神戸大学教育学部化学研究室の比色計、電気炉の使用にあたり、室松昭彦、村上さとみ、斉藤恵逸の各博士の指導、助言をうけた。また、同教養部の電磁分離機の使用にあたり、後藤博弥博士ほか教職員の方々の指導をうけた。神戸市鶴甲の藤田智子氏には黒雲母分離の援助を受けた。以上の方々に感謝いたします。

文 献

- CHAPPELL, B. W. and WHITE, A. J. R., 1974: Two contrasting granite types. *Pacific Geology*, **8**, 173-174.
- HIGASHI, S., 1982: Tobelite, a new ammonium dioctahedral mica. *Mineral. Jour.*, **11**, 138-146.
- 本間弘次, 1976: 2・3 の地球化学的特徴からみた広島花崗岩と領家花崗岩の成因的關係。岡山大学温泉研究所報告, no. 45, 33-46.
- HONMA, H. and ITI-HARA, Y., 1981: Distribution of ammonium in minerals of metamorphic and granitic rocks. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, **45**, 983-988.
- and SAKAI, H., 1975: Oxygen isotope study of metamorphic and granitic rocks of the Yanai district in the Ryoke Belt, Japan. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **52**, 107-120.
- HOPWOOD, T. P., 1969: Southern and central highlands fold belt: Cooma district. In *The geology of New South Wales* (G. H. PACKHAM, ed.). *Jour. Geol. Soc. Aust.*, **16**, 93-96.
- 市原優子, 1978: 変成岩中の黒雲母にみられるアンモニウム。地質学論集, no. 15, 233-244.
- ITI-HARA, Y. and HONMA, H., 1979: Ammonium in biotite from metamorphic and granitic rocks of Japan. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, **43**, 503-509.
- and ———, 1983: Content and origin of ammonium in biotites of granitic and metamorphic rocks. In S. S. AUGUSTITHIS, ed.: *The significance of trace elements in solving petrogenetic problems and controversies*, 431-444. Theophrastus Publications S. A., Athens.
- ISHIHARA, S., 1977: The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks. *Mining Geol.*, **27**, 293-305.
- JOPLIN, G. A., 1942: Petrological studies in the Ordovician of New South Wales. 1. The Cooma Complex. *Proc. Linn. Soc. N. S. W.*, **67**, 156-196.
- KARYAKIN, A. V., VOEYNETS, V. F. and KRIVENTSOVA, G. A., 1973: Investigation of nitrogen compounds in micas by infrared spectroscopy. *Trans. Geochem. Int.*, **10**, 326-329.
- LOISELLE, M. C. and WONES, D. R., 1979: Characteristics and origin of anorogenic granites. *Geol. Soc. Amer. Abstract with Programs*, **11**, 468.
- PIDGEON, R. T. and COMPSON, W., 1965: The age and origin of the Cooma granite and its associated metamorphic zones, New South Wales. *Jour. Petrol.*, **6**, 193-222.
- STEVENSON, F. J., 1960: Microdetermination of nitrogen in rocks and silicate minerals by sealed tube digestion. *Analyt. Chem.*, **32**, 1704-1706.
- 田結庄良昭, WHITE, A. J. R., CHEN, Y. WORMALD, R., 1986: オーストラリア南東部の花崗岩類とその帯磁率。MAGMA, **78**, 9-20.
- TAINOSHO, Y., WHITE, A. J. R., CHEN, Y. and WORMALD, R., 1988: Regional variation of magnetic susceptibility of the Lachlan Fold Belt granitoids, southeastern Australia. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **94**, 657-668.

- WHITE, A. J. R. and CHAPPELL, B. W., 1983 : Granitoid types and their distribution in the Lachlan Fold Belt, southeastern Australia. *Geol. Soc. Amer. Memoir*, **159**, 21-33.
- WLOTZKA, F., 1961 : Untersuchungen zur Geochemie des Stickstoffs. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, **24**, 106-154.

(要 旨)

田結庄良昭・市原優子, 1988 : オーストラリアの I タイプ・S タイプ花崗岩の黒雲母にみられる NH_4^+ 含有量の違い. 地質雑, **94**, 749-756. (TAINOSHO, Y. and ITIHARA, Y., 1988 : The difference in NH_4^+ content of biotites between I-type and S-type granitic rocks in Australia. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **94**, 749-756.)

オーストラリア, Lachlan 褶曲帯の I タイプ・S タイプ両花崗岩について黒雲母のアンモニウム含有量を測定した. 平均含有量は S タイプ花崗岩で 51 ppm, I タイプ花崗岩で 30 ppm である. 分析結果は, S タイプ花崗岩が堆積岩の溶融により, I タイプ花崗岩が塩基性火成岩の溶融により生じたとする仮説と矛盾しない. 堆積岩は一般に有機窒素やそれから生じた NH_4^+ を多量に含有するが, 塩基性岩の NH_4^+ 含有量は著しく低いからである. NH_4^+ 含有量の分布範囲が S タイプ花崗岩の黒雲母で広いのは, 堆積岩の NH_4^+ 含有量の多様性による. 片岩からミグマタイトに移り変る一連の変成岩で, 高変成度の岩石の黒雲母ほど低い NH_4^+ 含有量を示すのは, 変成作用により NH_4^+ が結晶から失われることを示す. オーストラリアの I・S 両タイプの花崗岩にみられた黒雲母の NH_4^+ 含有量の分布パターンは, 日本の領家帯と非変成地域の花崗岩にみられるそれによく類似する.