

西オーストラリア，ピルバラ地塊，Warrawoona 層群に分布する熱水変質緑色岩の地球化学 - 太古代初期のCO₂ 固定システム -

Geochemistry of hydrothermally altered greenstone of the Warrawoona Group: Its significance as a CO₂ sink in the early Archean

中村 謙太郎 [1], 加藤 泰浩 [1]

Kentaro Nakamura [1], Yasuhiro Kato [2]

[1] 山口大・理・地球科学

[1] Earth Sci., Yamaguchi University, [2] Earth Sci., Yamaguchi Univ

Warrawoona層群の太古代緑色岩を岩石学的・地球化学的に検討した．緑色岩は玄武岩質とドレライト質に分けられる．玄武岩質緑色岩には炭酸塩鉱物・緑泥石・フェンジャイト・石英・鉄鉱物，ドレライト試料には緑泥石・アクチノ閃石・普通角閃石・緑簾石・石英が認められる．変質玄武岩試料の全岩化学組成には，CaOあるいはSiO₂に富むトレンドが認められる．Caとともに太古代の海洋地殻に固定されるCフラックスは(0.76～2.49)E+13mol/yearと見積もられた．これは，熱水変質によるCO₂除去システムが太古代初期の地球において重要なCO₂シンクの一つであった可能性を示唆する．

太古代の大気は，現在よりもはるかにCO₂に富んだものであることが多くの研究者により指摘されている（例えば，Rye et al., 1995）．この高いCO₂のシンクとしては，大陸地殻からのCa²⁺などの陽イオンが河川によって海に運ばれ，無機的に炭酸塩岩として沈殿した機構が重要であると長い間考えられてきた（例えば，Holland, 1984）．これに対して，演者らは太古代の海嶺熱水循環システムこそが重要なシンクと考える．

研究対象とした西オーストラリアピルバラ地塊に分布するWarrawoona層群の緑色岩類（3.5Ga）は，しばしば強い熱水変質作用を被っていることが知られている（例えば，Hickman, 1983）．またこれらの緑色岩については，太古代の海洋地殻が陸上に付加した太古代付加体であることがMaruyama et al. (1991) などによって指摘されている．従って，これらの緑色岩には太古代の海嶺熱水活動の実態や当時の海洋環境を知る上で重要な情報が保持されている可能性がある．そこで本研究では，ピルバラ地塊東部のマープルバー地域とノースポール地域から採取したWarrawoona層群の緑色岩について，岩石学的および地球化学的検討を行った．試料は，海嶺熱水活動に伴う物質移動を定量的に見積もる目的で，当時の海底面である層状チャートから下位に向かってある範囲を区切り，その範囲内にある全ての露頭から採取した．また試料採取は，マープルバー地域については演者らにより，ノースポール地域については北島宏輝（東工大大学院）と演者の一人である加藤により行われた．

採取された試料は，鏡下における火成組織の違いから玄武岩質緑色岩とドレライト質緑色岩に分類でき，ドレライト質緑色岩の分布は両地域とも試料採取範囲の下位に限られる．玄武岩質緑色岩は，変質が著しく初生的な造岩鉱物の残存はまれである．変質鉱物として主に炭酸塩鉱物・緑泥石・フェンジャイト・石英・鉄鉱物が認められる．一方，ドレライト試料は，初生的な造岩鉱物である単斜輝石と斜長石が残存する試料が存在する．また，主な変質鉱物として，緑泥石・アクチノ閃石・普通角閃石・緑簾石・石英が認められる．

玄武岩質緑色岩試料の全岩化学組成には，主にCaOに富むトレンドと，SiO₂に富むトレンドの2つが認められ，一部に鉄に富むトレンドも認められる．これらの傾向は出現する変質鉱物に対応していると考えられる．特にCaOに富むトレンドは顕著で，当時の熱水変質作用においてCaOの付加が卓越していたことが示唆される．このCaOの付加はLoss on ignition (LOI) と非常によい正相関を示す．この相関はCaCO₃ (CaO:CO₂=1:1) のラインによく一致し，本研究試料中のCaのほとんどが炭酸塩鉱物としてCO₂ (=炭素) を伴って存在することが示唆される．

本研究結果に基づき，太古代の海洋地殻に炭酸塩鉱物として固定された炭素のケミカルフラックスについての定量的な見積もりを行った．全岩化学分析の結果からマープルバー・ノースポール両地域の玄武岩質緑色岩試料に炭酸塩鉱物として固定されたCaのmolフラックスを見積もると以下の結果が得られる．

マープルバー地域：1.7E-3 mol/g

ノースポール地域：1.3E-3 mol/g

CaCO₃はCaとCのmol比が1:1であり，Caのmolフラックスはそのまま炭素のmolフラックスに相当するので，これに1年間に変質を被る海洋地殻の量を積算することにより，1年間に海洋地殻中に固定される炭素のmolフラックスを見積もることができる．この計算に必要な太古代の海洋底拡大速度と海嶺総延長の積算値は，およそ現在の2.5倍と見積もられている（Hargraves, 1986）．この推定値を採用すると，太古代海嶺熱水変質作用によって海洋地殻中に固定される炭素のmolフラックスは(1.90～6.20)E+13 mol/yearと見積もることができる．また，現在とほぼ同じであったと仮定しても，(0.76～2.49)E+13mol/yearという値が得られる．

これらの値は、いずれも海嶺熱水変質によるCO₂除去システムが太古代初期の地球において有効なCO₂シンクの一つであった可能性を示唆しており、これらの結果から、太古代初期の地球では海洋地殻の熱水変質に伴う炭酸塩化作用によって、海水中のCO₂が炭酸塩鉱物（CaCO₃）として効果的に海洋地殻中に固定するシステムが機能していたと結論できる。