

II-53 オーストラリア大鑽井盆地地下水の地下水年代推定の試み

(財)電中研 正会員 馬原保典
筑波大 嶋田 純
AGSO M.A. Habermehl

1. 目的: 非常に古い地下水の存在が確認されている大規模な被圧滞水層であるオーストラリア大鑽井盆地 (Great Artesian Basin) の地下水調査を筑波大学、オーストラリア地質調査所 (AGSO) と共同で行い地下水年代と過去の気候変動との相関性を調べるデータの収集を図る。

2. 研究域と調査概要: 図-1 に今回の調査対象地域である GAB (大鑽井盆地) の南の端に位置する Surat Basin 内の調査ポイントを示す。今回の採水地域は、New South Wales 州の Moree - Walgett - Coonamble を結ぶ関東平野とはほぼ同じ広さの地域 (280Km×150Km×240Km) である。主な滞水層は、ジュラ紀の Philiga Sand Stone (透水係数 1.39×10^{-3} cm/sec) によって構成されており、滞水層の厚さは、300m 程度で地表から GL-500m から -1000m の深度にある。地下水は、調査域の東約 130Km 付近の Great Dividing Range 山麓で涵養され 1m/year 程度の速さで流れていると考えられている。今回は、22 地点の自噴井戸で原位置 (井戸口) での pH、電気伝導度、Eh、溶存酸素濃度、水温を測定した後、地下水年代測定・地下水起源推定・古気候変動情報収集のための溶存希ガス・その他溶存ガス分析、同位体分析、 ^{14}C 、 ^{36}Cl 、 ^{222}Rn 分析ならびに一般水質分析用の採水を行った。

3. 調査結果と考察: 地下水の年代推定のために測定した溶存ヘリウム濃度を見ると、 10^{-6} - 10^{-3} ccSTP/g の範囲にあり、溶存ヘリウム濃度は、地下水の流下に伴い増加傾向が見られる。ヘリウム同位体比 ($^3\text{He}/^4\text{He}$) は、 1.6×10^{-6} から 3.14×10^{-8} に減少しており、砂岩中で生成されるヘリウムが持つ ($^3\text{He}/^4\text{He}$) 比が、 10^{-8} (1) 程度である事を考えると、地下水の流下に伴い放射崩壊ヘリウム成分の蓄積が進んでいることを示している。これは、筆者等(2)が、既に他所で述べている溶存ヘリウムから見た地下水の進化をあらわしているものと見ることが出来る。また、 ^{36}Cl 濃度も流下と共に減少しており、地下水の進化傾向を示している。

溶存ネオン量から判断すると、W05 及び W06 を除いては、著しい過剰 Air の取り込みは見られない。この事は、涵養域における急激な地下水面等の上昇・下降等が比較的小さかった事を反映しているものと考えられる。また、アルゴン同位体比 ($^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}=267-302$) は、大気を持つ同位体比 295.5 より若干大きいものが多いが、 ^{40}Ar の著しい増加はなく、 10^6 年を超えるような地下水ではないこと、またトリチウムの測定結果 (検出限界以下) からは最近の降水で涵養された地下水の混入も無いことが示唆される。

ヘリウム蓄積法による地下水年代について溶存ヘリウム量ならびに、採水井戸深度を基に年代を Stute (3) の方法で推定してみる。但し井戸深度については、正確な情報が得られていないために、Philiga Sand Stone の底面・上面深度コンターを基に採水 Line 1, Line 2, Line 3 で、各々 600m, 550m, 500m と仮定した。また、ヘリウムの脱ガスフラックスとしては、Torgersen (4) の評価結果である 3.6×10^{-8} $\text{m}^3\text{STP}/\text{m}^2 \cdot \text{y}^{-1}$ を用いる。その際、涵養域からの距離 (200Km) と動水勾配 (水頭ポテンシャルの差) と Philiga Sand Stone の透水係数 (1.2m/y) と空隙率 (0.2) を用いて Darcy 則を基に、各採水地点までの地下水年代を求めた結果を図-1 に示す。ここでは、水頭ポテンシャルの低下が大きくない 1880 年頃の測定結果を基に考察すると、W16 から W11 付近までは、水頭ポテンシャルの差が、60Km で約 40m であるのに比べて、W11 から W13-14 では、57Km で 10m 程度と極めて小さい。従って透水係数と地層の空隙率が変わらないと仮定し、W16 から W11 付近までと W11 から W13-14 で平均の動水勾配を分けて考えると、W11 から W13-14 の間では、地下水が W16 から W15 まで移動するのに要した時間の約 4 倍かかることになる。Darcy 流速を基に地下水の年代を求めた結果、

涵養域から130Kmの距離にあるW11では、年間の流速が、1.47m/yであるので、地下水年代は、90000年となる。一方、W11からW13-14では、この間57Kmを地下水は0.37m/yの速度で更に約150000年かけて移動することになり、GAB96W13-14付近では、地下水年代としては240000年程度と非常に古くなる。細かく見るとヘリウム濃度を基に評価した結果は、Darcy 則を基に推定した結果との間で矛盾するところもあるが、全体的に眺めるとヘリウム蓄積法によって推定した地下水年代と Darcy 則を基に試算した地下水年代は、一応整合性の取れた結果を与えていると解釈できる。また、涵養温度を敏感に反映すると考えられる酸素同位体の $\delta^{18}O$ は、GAB96W20までは、流下に伴い-7.4‰程度にまで減少した後、-6.4‰まで急速に上昇している。この事は、涵養温度にして、平均で約4℃の違いがあったことを示唆しており、今から100000 - 10000年ほど前まで続いたヴェルム氷河期に涵養された地下水の存在の可能性がある。 ^{14}C 濃度は、検出限界(5万年以下)に近く、かなりの誤差を含むものと考えられるが、W20付近で32000年、W11付近で38000年程度になる。 ^{36}Cl 法については、目下検討中である。

参考文献

- (1) J.N.Andrews, : *Isotopes of Noble Gases as Tracers in Environmental Studies*, IAEA, (1992)
- (2) 馬原、五十嵐、田中：日本地下水学会誌、35 巻、201-215、(1993)
- (3) M.Stute, et. al.,: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 56, 2051- 2067, (1992)
- (4) T. Torgersen and W.B. Clarke, : *Earth Planetary Science Letters*, Vol. 84, 345- 355, (1987)

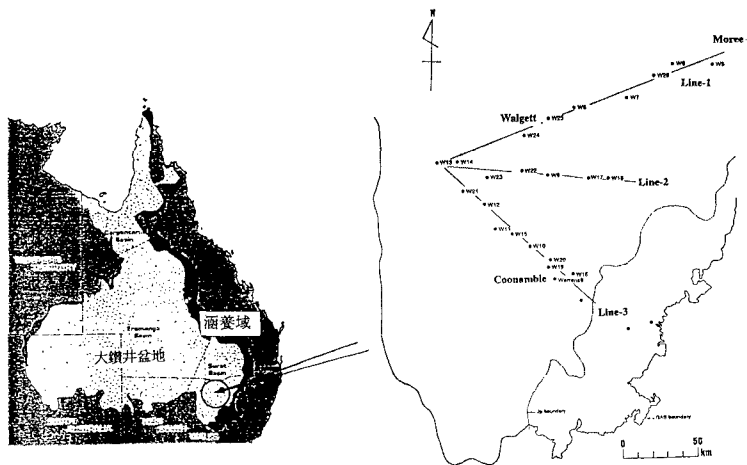


図-10 オーストラリア大嶺盆地地下水調査と詳細な地下水探水井戸分布

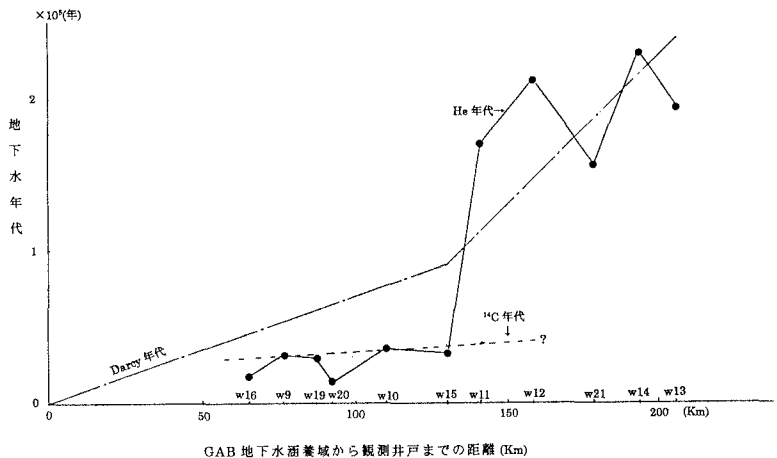


図-1 オーストラリア大嶺盆地地下水を対象に各種地下水年代測定法により求めた地下水年代の比較