

6 - 4 中部地方における温泉ガスの地球科学観測：兵庫県南部地震前後における温泉ガス組成の経年変化

Geochemical monitoring of subsurface gases at mineral springs in central Japan : Secular variations of gas compositions before and after the 1995 Southern Hyogo Prefecture earthquake

名古屋大学理学部，名古屋大学大学院人間情報学研究科
School of Science and Graduate School of Human Informatics,
Nagoya University

名古屋大学理学部では，1979年から，白狐温泉（岐阜県瑞浪市）と湯谷温泉（愛知県鳳来町）にガスクロマトグラフを用いた温泉ガス自動分析装置を設置し，自噴する温泉水とともに湧出する遊離ガスの化学組成（He，H₂，Ar，N₂，CH₄）の自動観測を行ってきた。1983年には，ガス分析結果を観測点から名古屋大学まで公衆回線を通じて転送するためのテレメーターシステムを導入し¹⁾，1989年には，ガス分析の自動化・データ転送システム全体をパーソナルコンピュータで制御する形式に改良した^{2,3,4)}。現在では，遊離ガスの採取・分析を，白狐観測点では1日に46回，湯谷観測点では1日に12回実施し，そのデータは毎日定時に名古屋大学に転送されている。また，1993年からは，白狐観測点に温泉ガス湧出量計を設置し，遊離ガス自噴量の自動観測も実施している⁵⁾。

1995年1月17日に起った兵庫県南部地震は，中部地方に関係する内陸のM = 7クラスの地震としては，1984年の長野県西部地震（M = 6.8）以来の大きな地震であった。長野県西部地震の際には，白狐観測点において，遊離ガスの組成比（He / Ar，N₂ / Ar，CH₄ / Ar比）やH₂濃度に明瞭な前兆異常が確認されている^{6,7)}。兵庫県南部地震の場合にも，白狐及び湯谷観測点では，震央距離が200 kmを越えるにもかかわらず（第1図），この地震の前後に，かなり大きな遊離ガスの組成比（He / Ar，N₂ / Ar，CH₄ / Ar）の変動が認められた（第2図，第3図）。直前・直後のガス組成の変化や白狐観測点における遊離ガス自噴量の変動については，他に報告したので⁸⁾，ここでは，白狐及び湯谷観測点における遊離ガスのN₂ / Ar比及びCH₄ / Ar比に，1994年春以降から認められるようになった経年増加変化と兵庫県南部地震の関係について報告する。

第2図から判るように，白狐観測点のHe / Ar，N₂ / Ar，CH₄ / Ar比の値は，1993年8月頃までは比較的安定した値を示していた。しかし，その後，小さな変化を伴いながら，N₂ / Ar，CH₄ / Ar比は1994年3月頃まで減少傾向を示したが，その後はかなり明瞭な経年増加傾向が現れている。この経年増加は，兵庫県南部地震後も継続しているように見える。第2図に記入した直線はこの経年増加を表す。He / Ar比にも類似した経年変化が推定出来るが，短周期の変動がN₂ / Ar，CH₄ / Ar比の場合よりやや大きい為，必ずしも明確ではない。しかし，1995年秋の時点におけるHe / Ar比は，1994年3月頃までの安定していた時期の値より高く，N₂ / Ar，CH₄ / Ar比の場合と同様に，高い値となっている。

湯谷観測点におけるHe / Ar，N₂ / Ar，CH₄ / Ar比の長期変動も，白狐観測点の結果とよく類似し

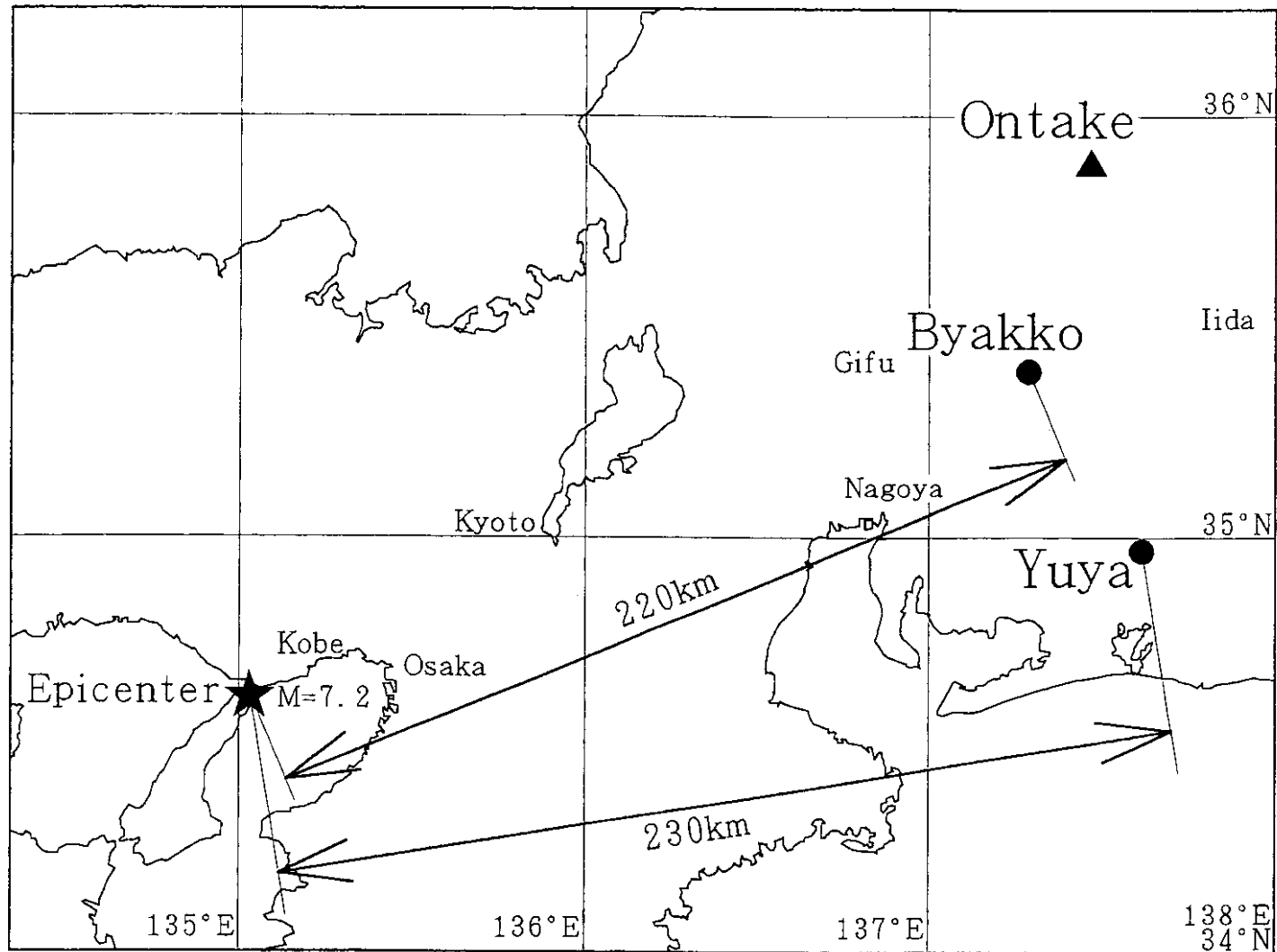
ている（第3図）。即ち、 N_2 / Ar 、 CH_4 / Ar 比には、明瞭な経年増加変動が認められ、この傾向は、兵庫県南部地震後も継続している。 He / Ar 比は94年12月29日14時（三陸はるか沖地震の翌日）に急増し、その後は高い値で安定している。兵庫県南部地震のコサイスミックな変化は、 CH_4 / Ar 比に認められるが、 He / Ar 、 N_2 / Ar 比では必ずしも明瞭ではない。これは、三つのガス比がともに上昇するスパイク的短期変化が94年12月29日に起っていることによる。 He / Ar 、 N_2 / Ar 比のコサイスミック変化は CH_4 / Ar 比に比べ小さく、スパイク的短期変化による増加の影響が卓越しているものと考えられる。このような三つのガス比がともに上昇するスパイク的短期変化は第3図の観測期間でもしばしば認められるが、地震活動との直接的関連は現在のところ確認出来ていない。兵庫県南部地震発生時期の前後8ヶ月間における湯谷観測点の CH_4 / Ar 比と N_2 / Ar 比が、地震発生時期を原点とする点対称な「弾性反発」的变化パターンを示していることは大変興味深い。

以上のように、白狐温泉（岐阜県瑞浪市）と湯谷温泉（愛知県鳳来町）における温泉ガス組成の観測結果には、94年春から始まる CH_4 / Ar 、 N_2 / Ar 比の経年増加が認められ、この傾向は兵庫県南部地震後も継続している。また、両観測点における He / Ar 比は、兵庫県南部地震後も、何れも高い値となっている。これに類似するガス組成比の経年増加は、1984年9月に長野県西部地震が発生する前にも観測されていることに留意しておきたい。即ち、1984年9月に起った長野県西部地震の約2年前から、白狐温泉の He / Ar 、 N_2 / Ar 、 CH_4 / Ar 比は、かなり明瞭な経年増加を示し、この増加は84年春まで継続した⁷⁾。しかし、その後は、経年増加分を急激に解消する減少変化が起り、この減少変化が反転する一カ月後の84年9月に長野県西部地震が起っている^{6,7)}。

参 考 文 献

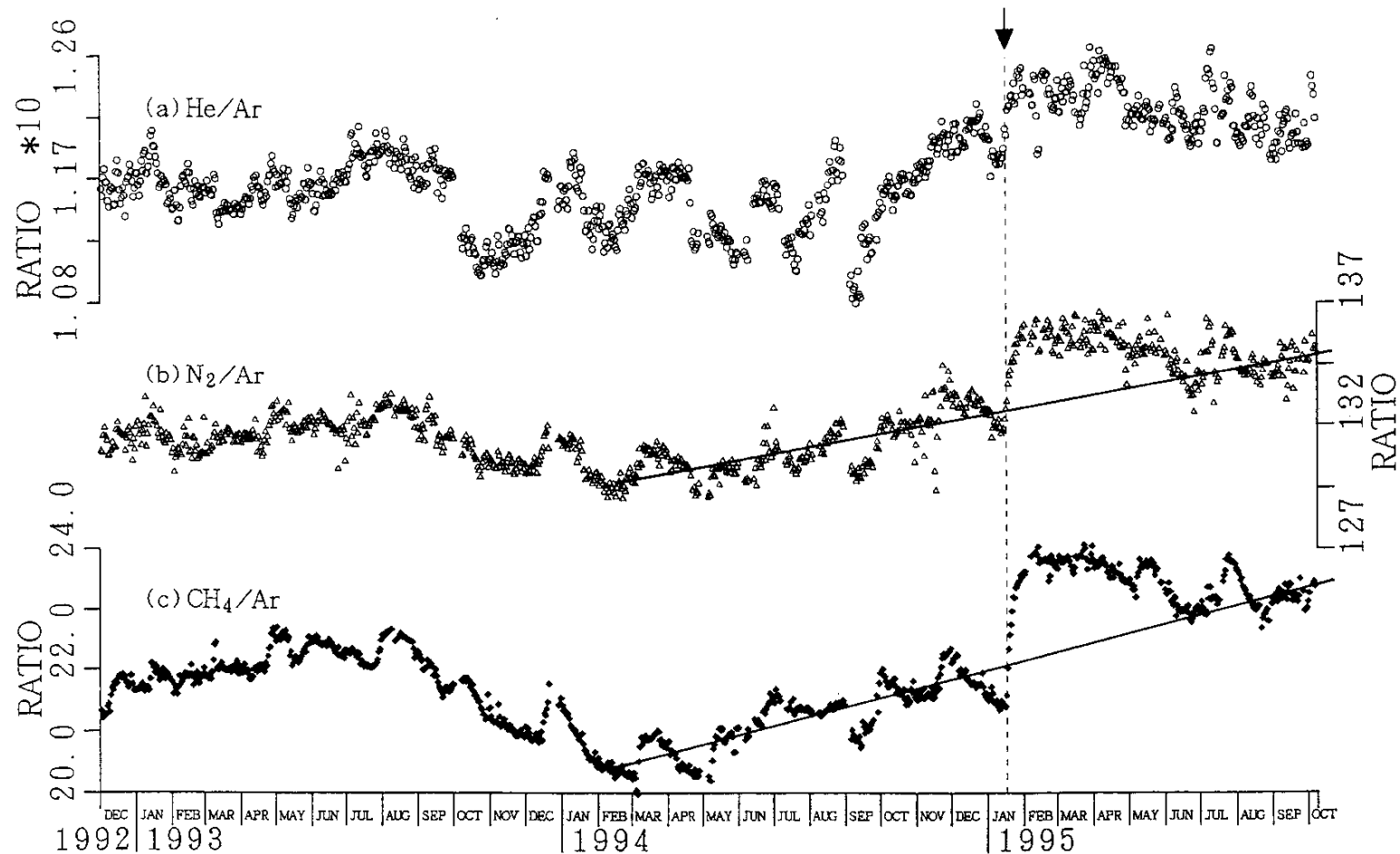
- 1) 名古屋大学理学部：愛知県鳳来町及び岐阜県瑞浪市に於ける断層ガスの連続観測，連絡会報，**29** (1983)，256-259。
- 2) 永峰康一郎：地震地球化学観測のためのパーソナルコンピューターを用いた温泉ガス自動観測システムの開発，地球化学，**24**,85-94。
- 3) Nagamine, K. and Sugisaki, R. : Simplified seismo-geochemical observation system sensitive to earthquake, *J. Earth Sci., Nagoya Univ.*, **38** (1991), 1-10.
- 4) Nagamine, K. and Sugisaki, R. : Coseismic changes of subsurface gas compositions disclosed by an improved seismo-geochemical system, *Geophys. Res. Lett.*, **18** (1991), 2221-2224.
- 5) 伊藤貴盛・杉崎隆一・長峰康一郎：地震に伴う温泉ガスの挙動 - 温泉ガス湧出自動連続観測装置の開発 - ，地震**2**，**47** (1994)，241-251。
- 6) Sugisaki, R. and Sugiura, T. : Geochemical indicator of tectonic pressure resulting in an earthquake in central Japan, *Science*, **229** (1986), 1261-1262.
- 7) Sugisaki, R. and Sugiura, T. : Gas anomalies at three mineral springs and a fumarole before an inland earthquake, central Japan, *J. Geophys. Res.*, **91** (1986) , 12296-12034.
- 8) 伊藤貴盛・長峰康一郎・杉崎隆一・川邊岩夫：兵庫県南部地震による温泉ガスの変動，地震学会予講習 (1995)，No.2.

(川邊岩夫・伊藤貴盛・長峰康一郎・杉崎隆一)



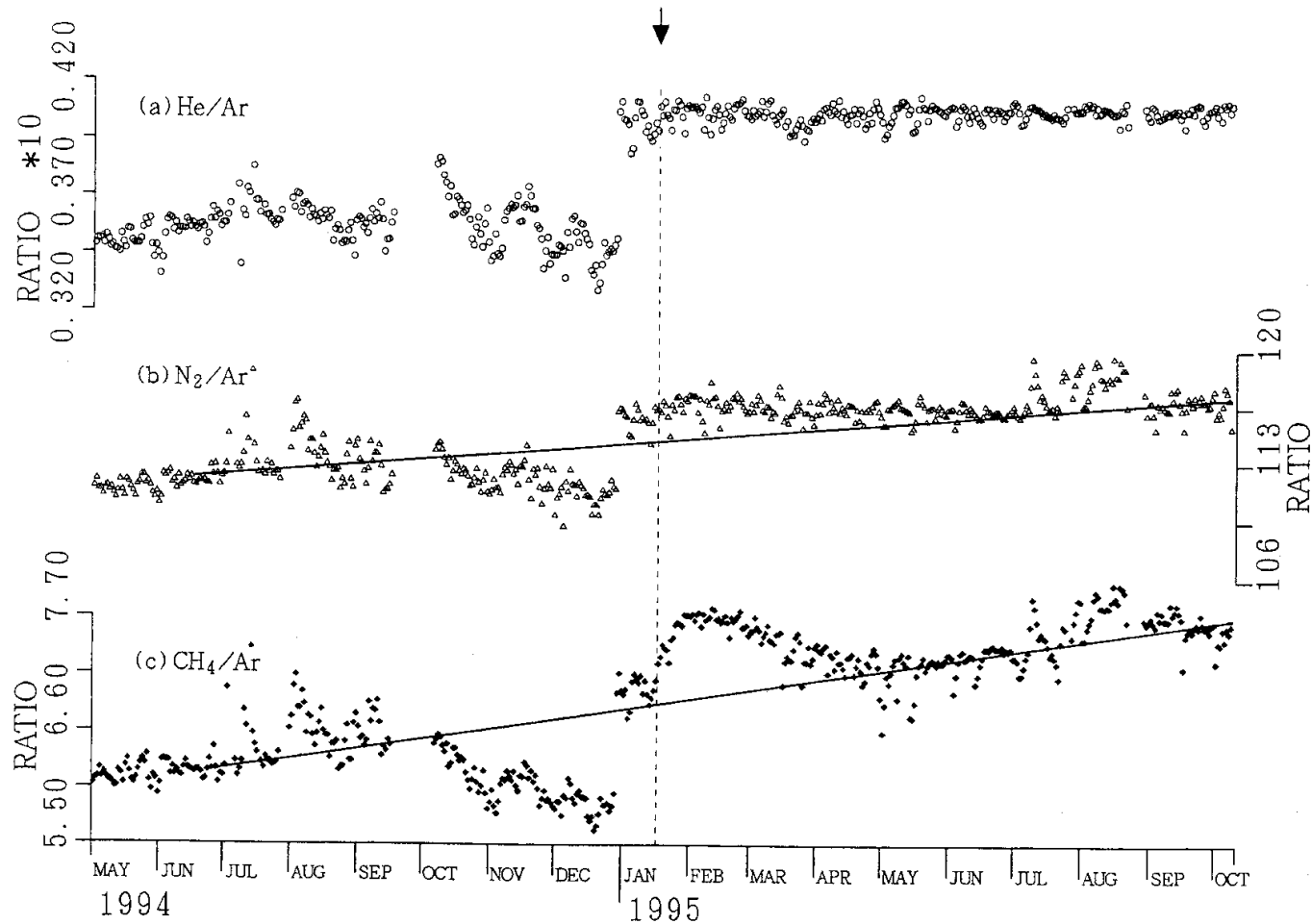
第1図 温泉ガス観測点（白狐温泉，岐阜県瑞浪市；湯谷温泉，愛知県鳳来町）の位置および兵庫県南部地震の震央距離。

Fig. 1 Locations of geochemical monitoring stations (Byakho spa, Mizunami, Gifu Pref. ; Yuya spa, Horai-cho, Aichi Pref.), and their epicentral distances for the 1995 Southern Hyogo Prefecture earthquake.



第2図 白狐温泉(岐阜県瑞浪市)における温泉ガスの He / Ar , N₂ / Ar , CH₄ / Ar 比 (1992年12月~1995年9月)。プロットされている各ガス比は日平均値を示す。N₂ / Ar 比と CH₄ / Ar 比に示した直線は、最近の経年増加傾向を示し、矢印は兵庫県南部地震の発生時期を示す。

Fig. 2 He/Ar, N₂/Ar, and CH₄/Ar ratios of mineral spring gases at Byakko spa, Mizunami city, Gifu Pref. (Dec 1992-Sep 1995). Data points of daily averages are plotted. The solid straight lines for N₂/Ar and CH₄/Ar ratios represent recent secular variations. The vertical arrow indicates the occurrence time of the Southern Hyogo Prefecture earthquake (M=7.2).



第3図 湯谷温泉（愛知県鳳来町）における温泉ガスの He / Ar , N₂ / Ar , CH₄ / Ar 比（1994年5月～1995年9月）。プロットされている各ガス比は日変化を示す。N₂ / Ar 比と CH₄ / Ar 比に示した直線は、最近の経年増加傾向をし、矢印は兵庫県南部地震の発生時期を示す。

Fig. 3 He/Ar, N₂/Ar, and CH₄/Ar ratios of mineral spring gases at Yuya spa, Horai-cho, Aichi Pref. (May 1994-Sep 1995). Data points of daily averages are plotted. The solid straight lines for N₂/Ar and CH₄/Ar ratios represent recent secular variations. The vertical arrow indicates the occurrence time of the Southern Hyogo Prefecture earthquake (M=7.2).