

名古屋、福岡、諏訪、上高地における TSP 中の炭素同位体 ^{14}C Carbon isotope ^{14}C of TSP in Nagoya, Fukuoka, Suwa and Kamikochi

池盛文数^{1,2*}・肥後隼人³・宮原裕一⁴・中島大介⁵・中村俊夫⁶

Fumikazu Ikemori^{1,2*}, Hayato Higo³, Yuich Miyabara⁴, Daisuke Nakajima⁵, Toshio Nakamura⁶

¹ 名古屋市環境科学調査センター (Nagoya City Institute for Environmental Science)

² 名古屋大学大学院環境学研究科 (Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

³ 福岡市保健環境研究所 (Fukuoka City Institute for Hygiene and the Environment)

⁴ 信州大学山岳科学総合研究所 (Institute of Mountain Science, Shinshu University)

⁵ 国立環境研究所 (National Institute for Environmental Studies)

⁶ 名古屋大学年代測定総合研究センター (Center for Chronological Research, Nagoya University)

*Correspondence to: F. Ikemori; E-mail: ikemori@nagoyakankaken.net

Abstract

To estimate the contributions of fossil carbon and biomass carbon in some regions in Japan, ^{14}C concentration of total carbon in Total suspended particles (TSP) was measured at four places (Nagoya, Fukuoka, Suwa and Kamikochi) in Japan. pMC (% Modern Carbon) showed lowest average value of pMC (50.5 ± 5.6 ; $n = 43$) in Nagoya. The average value of pMC in Fukuoka (56.7 ± 7.7 ; $n = 26$) and Suwa ($\text{pMC} = 66.9 \pm 8.8$; $n = 12$) were larger than the average value of pMC in Nagoya. In Kamikochi, the average value of pMC measured two samples only was largest pMC (102, 97.9) in four places.

The correlations among organic carbon (OC), elemental carbon (EC), fossil carbon, biomass carbon and OC/EC showed different values in Nagoya, Fukuoka and Suwa. These results suggest that the carbon sources were different at three regions.

Keywords: ^{14}C ; TSP; Biomass-derived carbon; fossil-fuel-derived carbon

1. はじめに

大気エアロゾルは、ヒトに対する健康影響、また気候変動に関わる因子の一つと考えられており、その環境動態が注目されている。特に炭素成分は主要構成要素として知られているが、その発生源は多様性に富んでいるためその起源を知ることは非常に難しく、様々なアプローチによる研究が行われている。近年、同位体元素を用いた環境動態に関する研究が進められる中で、放射性炭素 ^{14}C をマーカーとして用いたエアロゾル中の炭素、また成分として多環芳香族炭化水素などに関する研究が行われている。 ^{14}C は、化石燃料由来とバイオマス由来の配合比を推定できる有力なツールである。国内においては、エアロゾルに関する ^{14}C の知見はまだ乏しく、精力的な研究が期待されている。名古屋では、大気粉塵（本庄他, 2011）、PM2.5（池盛他, 2011）について年間を通した ^{14}C 濃度の測定がなされているが、同時期に国内の複数地点で採取した試料の比較は行われていない。そこで今回は、2011 年 6 月より名古屋、福岡、諏訪、上高地で採取した大気粉塵試料中の全炭素 (TC) について ^{14}C 濃度測定を行い、 ^{14}C 濃度の比較と考察を行なったので報告する。

2. 方法

大気粉塵 (Total suspended particles : TSP) のサンプリングは、名古屋：名古屋市環境科学調査センター、福岡：福岡市保健環境研究所、諏訪：信州大学山岳科学総合研究所、上高地：信州大学山岳科学総合研究所上高地ステーションでハイボリュームアンダーセンエアサンプラー (SIBATA : 700F) を用い、流速 700L/min で石英繊維ろ紙 (PALL 社製 : PALLFLEX 2500QAT-UP) に捕集した。各地点を図 1 に示す。捕集に使用する石英繊維ろ紙は、事前に 450℃ で 2 時間焼だし、炭素成分のブランクを除去した。採取は 2011 年 6 月より行い、フィルターは基本一週間ごとに変換した。

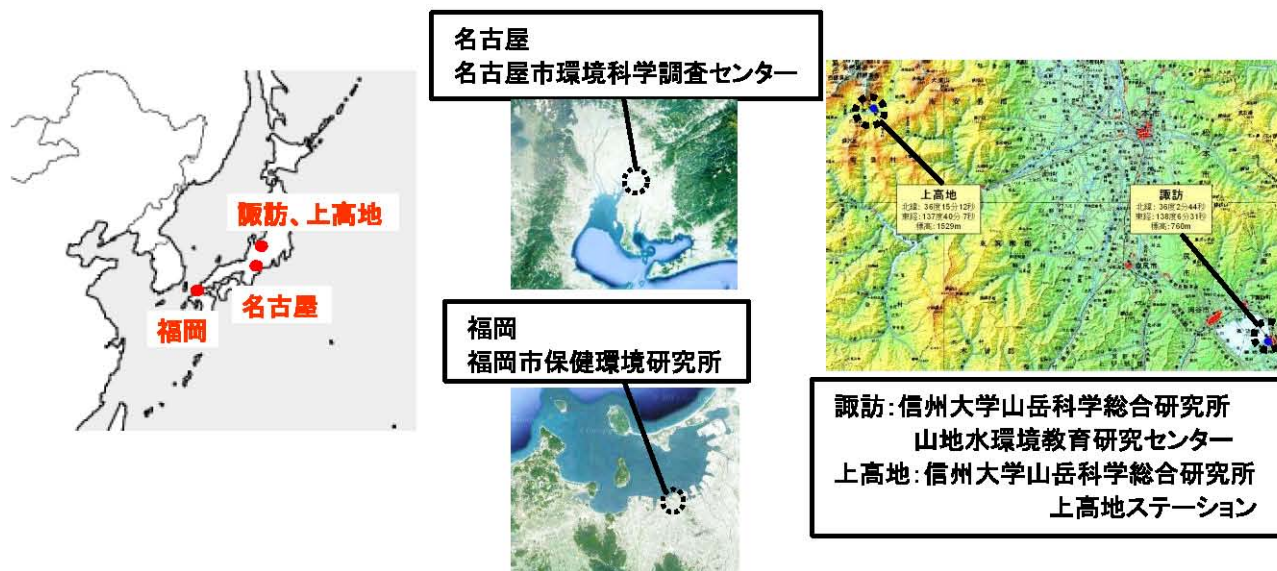


図 1 試料採取地点

炭素成分測定に関しては、IMPROVE プロトコルにより有機炭素 (Organic carbon : OC)、元素炭素 (Elemental carbon : EC) を測定した。また反射光により、OC の炭化を補正した。

^{14}C 測定試料の作成のため、炭素分析の結果を参考に、炭素 1.5 mg となるように各サンプルを切り出した。切り出したサンプルを、酸化銅 (500 mg)、還元銅 (500 mg)、銀線とともに二段階 (600℃、900℃) で燃焼させ (南他, 2011)、試料をガス化させた。その後、真空ラインで CO_2 の精製を行い、生成した CO_2 を H_2 と反応させグラフアイトに変換した。 ^{14}C 濃度は名古屋大学年代測定総合研究センターにおいて、タンデム加速器質量分析計 (High Voltage Engineering Europe 社製 Model 4130-AMS) を用いて測定し、全炭素 (TC) の pMC (% Modern Carbon) 値を計算した。また、pMC 値から BC (Biomass-derived Carbon)、FC (Fossil-fuel-derived Carbon) を計算した (本庄他, 2011)。

3. 結果と考察

図 2 に、各地点の pMC を示す。各地点の平均値は、諏訪：pMC=66.9±8.8 (n=12)、福岡：pMC=56.7±7.7 (n=26)、名古屋：pMC=50.5±5.6 (n=43) であった。名古屋は日本有数の工業地帯に隣接しているので、pMC が低くなったと考えられる。また本庄 (2011) は、名古屋で約一年間採取した TSP の pMC が 50.4±8.1 であることを報告している。本研究の結果は、花粉の影響で pMC が上昇すると考えられる 4、5 月のサンプルを含んでいないため、2009 年度と単純に比較はできないが、pMC が同等程度もしくは上昇していることが推測される。

福岡は名古屋に比べて工業地帯であるとは言えないが、諏訪と比べると十分に工業的に発展していると考えられるため、比較的低い値を示したと考えられる。春季には pMC が高くなる事例が見られたが、花粉や、黄砂の飛来が見られた。黄砂には炭酸カルシウムが含まれており、炭酸カルシウム由来の炭素は ^{14}C を含まないと考えられるため、pMC を小さくすると考えられる。しかし今回

の結果は pMC が大きくなっていた。Kawamura (2010)らは、黄砂とともに、黄土中に存在する植物由来成分が飛来していることを報告しており、今回採取した試料に関しては、炭酸カルシウムの影響よりも、一緒に飛来した植物起源成分由来の炭素の影響が大きかったと考えられる。

諏訪は特に初夏から秋にかけて、多地点よりも高い値を示した。諏訪は諏訪湖近傍の山に囲まれた盆地に位置しているため、森林からの有機物の寄与が大きいと考えられ、秋、冬と気温が下がるにつれて、植物由来の有機物が減少するため、pMC も減少したと考えられる。

上高地については、現在のところ2試料のみ ^{14}C 濃度を測定しているが、pMC が 102、97.9 とほとんど植物起源の炭素であることがわかった。上高地は人間が定住して生活しておらず、そのため化石燃料などの人為的な排出がほとんどないため、このような結果が得られたと考えられる。上高地については、冬以降のサンプルについて ^{14}C 濃度の測定を行い、通年を通した測定を行う予定である。

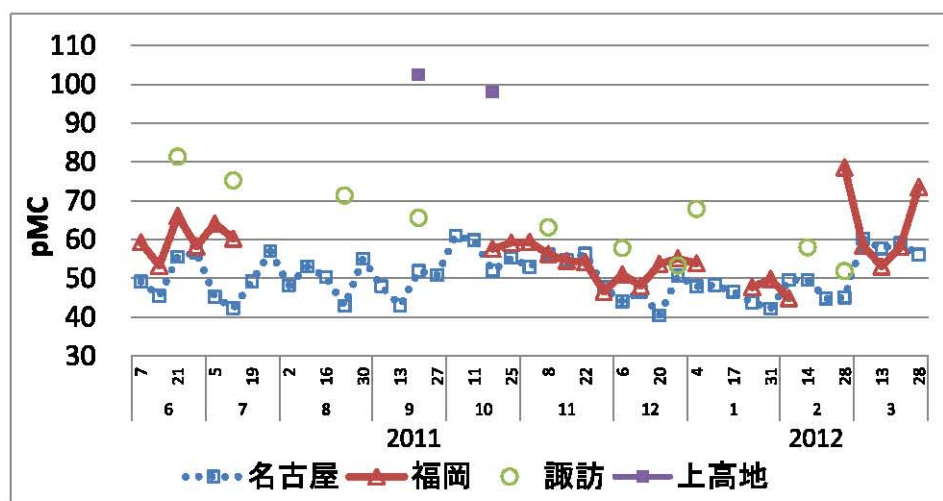


図2 名古屋、福岡、諏訪、上高地の pMC

表1に、名古屋、福岡、上高地の OC、EC、BC、FC、OC/EC の相関係数を示す。各地点、共通して OC と BC との相関が強かった ($p < 0.001$)。また化石燃料の使用が多いと考えられる都市部の名古屋において OC と FC との相関が強く ($p < 0.001$)、EC と FC に関しても相関が強かった ($p < 0.001$)。OC/EC を見ると、特に諏訪が BC との相関が強かった ($p < 0.001$)。これより、諏訪に関しては、OC/EC の上昇は、BC の濃度上昇と強く関係していると考えられる。

名古屋	n=43	OC	EC	BC	FC	OC/EC
	BC	0.97	0.68	—	0.73	0.54
	FC	0.81	0.87	0.73	—	0.14
福岡	n=26	OC	EC	BC	FC	OC/EC
	BC	0.87	0.58	—	0.28	0.50
	FC	0.62	0.35	0.28	—	0.18
諏訪	n=12	OC	EC	BC	FC	OC/EC
	BC	0.98	-0.47	—	-0.01	0.93
	FC	0.16	0.62	-0.01	—	-0.22

表1 名古屋、福岡、諏訪における炭素成分の相関関係

4. おわりに

本研究では、国内4地点の全炭素中の ^{14}C 濃度を測定し、pMC の変動や BC、FC と OC、EC、OC/EC の相関関係から、都市により炭素成分の発生源が大きく異なる可能性が示された。今後はイオン成分の結果と合わせて解析を行うことにより、より詳細な発生源の解釈を行なっていく。

謝辞

名古屋大学年代測定総合研究センターのスタッフの皆様に試料調整や研究を進める上で、ご指導、ご助言をいただきました。この場をお借りして感謝申し上げます。

参考文献

- Kimitaka Kawamura, Kohei Matsumoto, Masao Uchida, Yasuyuki Shibata (2010) Contributions of modern and dead organic carbon to individual fatty acid homologues in spring aerosols collected from northern Japan. *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH*, VOL. 115, D22310, doi:10.1029/2010JD014515.
- 本庄浩司, 中村俊夫 (2011) 名古屋市におけるエアロゾル粒子中 ^{14}C 濃度-炭素成分の発生源推定-. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書(XXII), 152-161.
- 池盛文数, 山神真紀子, 本庄浩司, 中村俊夫 (2011) 名古屋市における微小粒子状物質 (PM_{2.5}) の ^{14}C . 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書(XXII), 162-168.
- 南雅代, 宮田佳樹, 中村俊夫 (2011) 段階的加熱を用いた ^{14}C 試料調製. 名古屋大学加速器質量分析計業績報告書(XXII), 225-228.