

茅ヶ崎市域において採取されたセミ抜け殻標本の炭素・窒素安定同位体比分析

Carbon and Nitrogen stable isotope ratio analysis of Cicada exuviae specimen in Chigasaki city 1984

馬谷原武之¹⁾・河野英一¹⁾

Takeyuki MAYAHARA¹⁾, Eiichi KOHNO¹⁾

はじめに

地域を構成する環境要因には森林、農地、都市近郊部、都市部など土地利用形態や人間活動によるさまざまな人為的要因が含まれており、それらの環境要因のおよぼす窒素負荷などの影響範囲をモニタリングするための新たな知見が求められている。

安定同位体比は生物の代謝などの化学反応や相変異により変化を生じる。生物の炭素同位体比は食源、窒素同位体比は栄養段階や大本の窒素源により変化する (WADA et al. 1987; FRY 1988)。また、人為的環境下において生活排水や畜産廃棄物等は高い窒素同位体比を示し、大気由来の化学肥料等は低い値を示す (徳永ほか 2000; 米山ほか 2002)。

地域の生物はそれらの要因の中に生息しており、生物の窒素同位体比はそれらの人為的影響によっても変化し、湖の流域人口密度と一次消費者の窒素同位体比について関連性がある等の結果 (Cabana and Rasmussen 1996) や、高地の牧草地における土壌、植物、土壌動物の同位体比の差異があると報告されている (NEILSON et al. 1998)。

各同位体比の情報と生物の動態はリンクしており、生物が内包している生物の同位体比はある一定期間の食物の同位体比を反映すると考えられる。その移動範囲、生息時期を利用することにより一定期間や一定面積の環境状況を反映しているといえ、地域レベルにおける生物の同位体

比に反映される事が報告されている (馬谷原ほか 2005, 2008)。

今回、1984年に茅ヶ崎市域において行われたセミ類分布調査 (梶 1985; 安井 1985) 時に分布確認作業の為に採取された多数のセミ抜け殻が保存されている事がわかり、その一部の提供を受ける事が出来た為、それらを用いて炭素・窒素安定同位体比の分析を行った。セミのぬけ殻は大量にサンプルを取る事が可能である。また、このような生物の脱皮殻等の利用は地域の生物相に対してのインパクトが少な

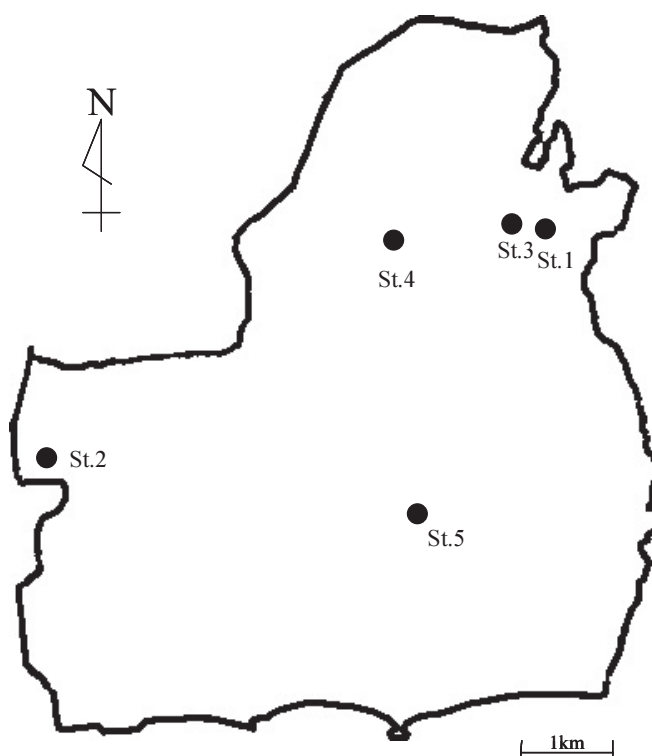


Fig.1 茅ヶ崎市全体図, 分析サンプル採取地点 (1984年8月採取)

いといえる。

セミの幼虫は地面下の樹木の根に生息しており、道管液を食物として利用している (CHEUNG and MARSHALL 1973)。セミぬけ殻は幼虫時に生息していた地点での終令幼虫の表皮が作られた時点の窒素源や樹種等をピンポイントで反映していると考えられ、抜け殻を使ったセミ類分布調査の調査地にある抜け殻を調査領域において全量採取するという性質から、調査領域全体の平均化された環境状況を反映している可能性がある。

対象サンプル

保存されていた調査活動で得られたセミ抜け殻標本から、各地点とも分析対象として多くの環境条件に生育するアブラゼミ (*Graptopsaltria nigrofuscata*) の抜け殻標本を用いた。

分析サンプルの採取地 (Fig.1) は神奈川県茅ヶ崎市内の茅ヶ崎市堤 市民の森 (St.1)、平太夫新田河川敷広場 (St.2)、堤 妙傳寺 (St.3)、堤 浄見寺 (St.4)、本村 海前寺 (St.5)、の5地点である。採取年、月はいずれも1984年の8月である。

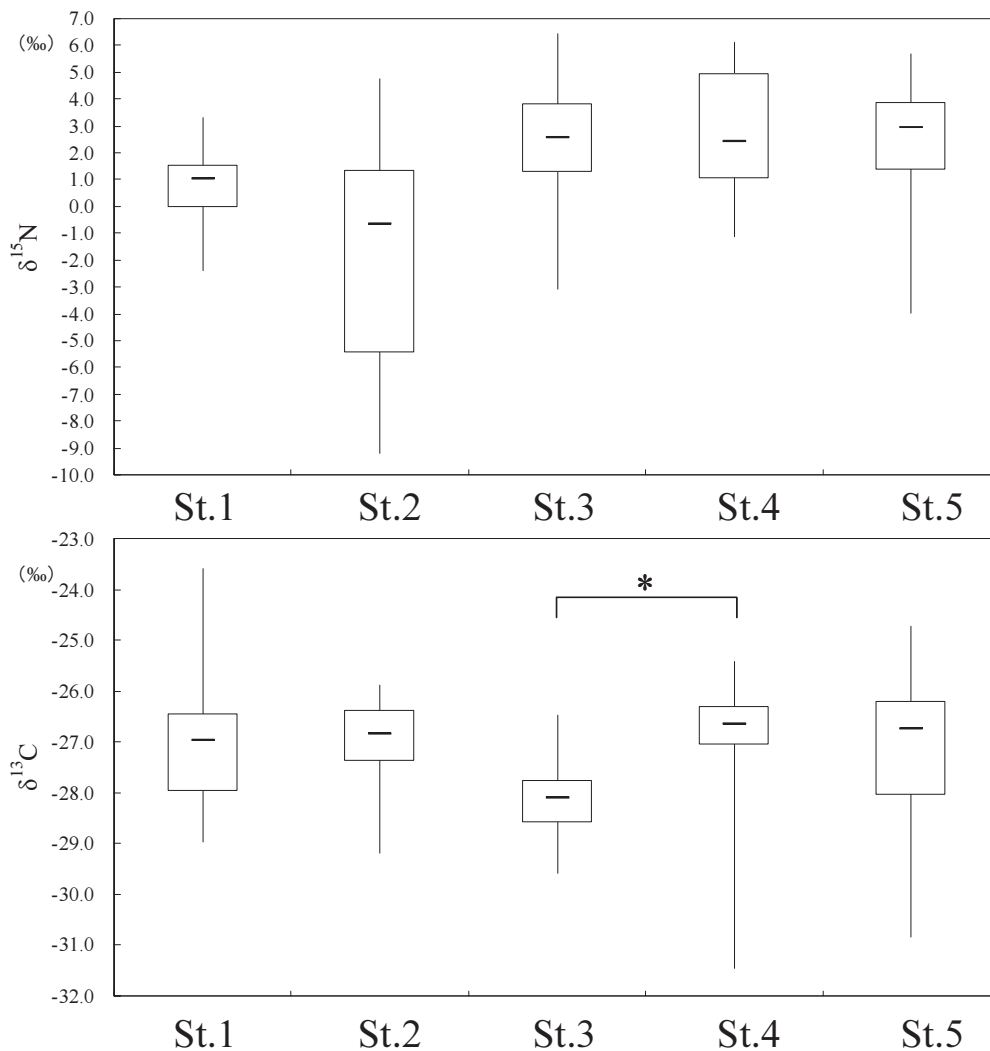


Fig. 2. 各地点セミ抜け殻の炭素 (下部)・窒素 (上部) 安定同位体比 (n=12)

ボックスプロットはボックス上部 75パーセンタイル, 下部 25パーセンタイル, 縦線上端は最大値, 下端は最小値, ボックス内横線は中央値 (Steel-Dwass test *P<0.05).

方法

サンプルは各地点毎にランダムに取り出し(n=12), 汚れを落とした後, 抜け殻1個体全体を1サンプルとして粉碎, スズカプセルに秤量し, 日本大学生物資源科学部生物環境科学研究センターで, IRMS (ANCA-SL PDZ Europa 社製)により炭素, 窒素安定同位体比分析を行った.

安定同位体比は以下の式で表される.

$$\delta = \{R_{\text{sample}}/R_{\text{standard}} - 1\} \times 1000 (\text{‰})$$

$$R = ({}^{15}\text{N} / {}^{14}\text{N}, {}^{13}\text{C} / {}^{12}\text{C})$$

分析精度は $\delta {}^{15}\text{N} \leq 0.2\text{‰}$, $\delta {}^{13}\text{C} \leq 0.1\text{‰}$ である.

結果

各地点のセミ抜け殻 (n=12) の分析結果を, ボックスプロットで表した (Fig. 2).

窒素同位体比 $\delta {}^{15}\text{N}$ は, 茅ヶ崎市堤 市民の森 (St. 1) は 75 パーセントイル 1.5‰, 25 パーセントイル 0.0‰, 中央値 1.0‰, 最大値 3.3‰, 最小値 -2.4‰, 平太夫新田河川敷広場 (St. 2) は 75 パーセントイル 1.4‰, 25 パーセントイル -5.5‰, 中央値 -0.7‰, 最大値 4.8‰, 最小値 -9.2‰, 堤 妙傳寺 (St. 3) は 75 パーセントイル 3.8‰, 25 パーセントイル 1.3‰, 中央値 2.6‰, 最大値 6.4‰, 最小値 -3.1‰, 堤 浄見寺 (St. 4) は 75 パーセントイル 5.0‰, 25 パーセントイル 1.0‰, 中央値 2.4‰, 最大値 6.1‰, 最小値 -1.1‰, 本村 海前寺 (St. 5) は 75 パーセントイル 3.9‰, 25 パーセントイル 1.4‰, 中央値 2.9‰, 最大値 5.7‰, 最小値 -4.0‰ であった.

炭素同位体比 $\delta {}^{13}\text{C}$ は, 茅ヶ崎市堤 市民の森 (St. 1) は 75 パーセントイル -26.4‰, 25 パーセントイル -28.0‰, 中央値 -27.0‰, 最大値 -23.6‰, 最小値 -29.0‰, 平太夫新田河川敷広場 (St. 2) は 75 パーセントイル -26.4‰, 25 パーセントイル -27.4‰, 中央値 -26.8‰, 最大値 -25.9‰, 最小値 -29.2‰, 堤 妙傳寺 (St. 3) は 75 パーセントイル -27.8‰, 25 パーセントイル -28.6‰, 中央値 -28.1‰, 最大値 -26.5‰, 最小

値 -29.6‰, 堤 浄見寺 (St. 4) は 75 パーセントイル -26.3‰, 25 パーセントイル -27.1‰, 中央値 -26.7‰, 最大値 -25.4‰, 最小値 -31.5‰, 本村 海前寺 (St. 5) は 75 パーセントイル -26.2‰, 25 パーセントイル -28.1‰, 中央値 -26.8‰, 最大値 -24.7‰, 最小値 -30.8‰ であった.

ノンパラメトリックな多重比較の手法である Steel-Dwass test の結果, 一部に有意差が見られた (Fig. 2).

考察

今回の茅ヶ崎市内のセミ抜け殻分析結果から, 市民の森 (St. 1) や平太夫新田河川敷広場 (St. 2) に比べ, 堤 妙傳寺 (St. 3), 堤 浄見寺 (St. 4), 本村 海前寺 (St. 5) の窒素同位体比が高い傾向が見られた. いずれも仏閣という人間の生活環境に近い場所であり, セミ抜け殻は調査地点の土地利用を反映していた可能性がある.

平太夫新田河川敷広場 (St. 2) はばらつきが非常に大きく 25 パーセントイルで -5.5‰ と, 他地点と比べ窒素同位体比が非常に低く, 特異な値が示されたが, これは当時の河川敷広場の状況を確認する必要があり, 原因は今後の検討課題である.

炭素同位体比分析の結果から, これらは C3 植物であることが推察されるが, 水使用条件, 標高や都市域の多様な樹種の影響を受けた物と思われた.

おわりに

これらの結果に他地点でのサンプルを組み合わせ, 広域での環境把握への活用や, 過去から現在にかけての抜け殻等の試料を用いて, 年代による地域の変遷との関連性の把握などへの標本利用が考えられる.

地域において, セミの発生状況把握の為のセミ抜け殻調査はよく行われており, それらの調

査活動で得られた標本の有効活用にもつながる。生物の抜け殻を使う手法は地域の生物相への影響が少ない手法として、今後活用していくことが考えられる。

謝辞

今回提供を受けたサンプルの大本のセミ類分布調査を行った湘南昆虫研究会ならびに、長年に渡り地域における資料の収集、整理保管、調査研究、教育普及活動を行っている茅ヶ崎市文化資料館、平塚市博物館、市民の方々に深く感謝する。また、サンプル提供については茅ヶ崎市文化資料館、須藤格氏にご協力頂いた。深く御礼申し上げる。

本報告内容は、2010 年度日本科学協会 笹川科学研究助成「生物の生態特性を用いた地域環境モニタリング-生物安定同位体比による人為的影響の評価-」（馬谷原武之）の一環として行った。日本科学協会によるご支援に感謝する。

引用文献

Cabana G. and Rasmussen J.B. (1996) : Comparison of aquatic food chains using nitrogen isotopes. *Proc Natl Acad Sci* 93 (20) pp.10844-10847.

CHEUNG W. W. K. and MARSHALL A. T, (1973) : WATER AND ION REGULATION IN CICADAS IN RELATION TO XYLEM FEEDING. *J Insect Physiol* 19 pp.1801 -1816.

槐 真史 (1985) : 茅ヶ崎市・藤沢市におけるセミ類の分布。湘南地方昆虫調査報告書 1 pp.74-82 (平塚市博物館)

FRY B, (1988) : Food web structure on Georges Bank from stable C, N, and S isotopic compositions. *Limnol.Oceanogr* 33 (5) pp.1182-1190.

馬谷原 武之, 河野英一, 笹田勝寛, 宮地俊作 (2005) : 谷戸地形における生物の安定同位体比と環境要因。農業土木学会全国大会講演要旨集 pp.412-413, <http://soil.en.a.u-tokyo.ac.jp/jsidre/search/PDFs/05/05004-21.pdf>

馬谷原 武之, 笹田勝寛, 宮地俊作, 河野英一 (2008) : セミ抜け殻標本による都市近郊部の環境把握の可能性-生物安定同位体比を用いた地域環境解析-。第 55 回日本生

態学会大会, P3-309 p.476,福岡

NEILSON R, HAMILTON D, WISHART J, MARRIOTT CA, BOAG B, HANDLEY LL, SCRIMGEOUR CM, MCNICOL JW, ROBINSON D. (1998) : STABLE ISOTOPE NATURAL ABUNDANCES OF SOIL, PLANTS AND SOIL INVERTEBRATES IN AN UPLAND PASTURE. *Soil Biol.Biochem* 30 (13) pp.1773-1782

徳永哲夫, 福永明憲, 松丸泰郷, 米山忠克 (2000) : 堆肥および化学肥料を施肥した水田における $\delta^{15}\text{N}$ 値を用いた水稲の期限別窒素量の推定の試み。日本土壤肥料学会誌 71 (4) pp.447-453

WADA E, TERAZAKI M, KABAYA Y and NEMOTO T(1987) : ^{15}N and ^{13}C abundances in the Antarctic Ocean with emphasis on the biogeochemical structure of the food web. *Deep Sea Research* 34 pp.829-841

安井典子 (1985) : むけがらによるアブラゼミ・ヒグラシの発消長。資料館だより 54 p.4 (茅ヶ崎市文化資料館)

米山 忠克, 森田 明雄, 山田 裕 (2002) : 土壌-植物系における炭素, 窒素, 酸素, イオウ動態解析のための安定同位体自然存在比の利用 : 1994 年以降の研究の展開。日本土壤肥料学雑誌 73(3) pp.331-342

1) 日本大学大学院生物資源科学研究科
Graduate School of Bioresource Sciences,
Nihon University

E-mail:mayahara3@gmail.com

(T.MAYAHARA)