

河畔性ヤナギの性別・部位別の窒素安定同位体比

長坂 有*・長坂晶子*

$\delta^{15}\text{N}$ of riparian willows (*Salix* spp.) with difference in sex and plant part

Yu NAGASAKA* and Akiko NAGASAKA*

要 旨

北海道および択捉島内数河川の河畔に生育するヤナギ属の花芽、葉、種子を採取し、窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$) を測定した。花芽の $\delta^{15}\text{N}$ 値は葉の値よりも低い傾向があり、雄花は雌花よりも有意に値が高かった。また、種子の $\delta^{15}\text{N}$ 値は葉よりも1%前後高かった。これらヤナギ属の採取部位の違いによる $\delta^{15}\text{N}$ 値の差は、樹体内での同位体分別に起因すると考えられ、河畔樹木の安定同位体分析により窒素循環の推定をおこなう際には、試料採取部位にも注意すべきことが明らかになった。

キーワード：ヤナギ属、窒素安定同位体比、採取部位、性別、同位体分別

はじめに

近年、森林の物質生産が河川や河口域の生物に与える影響や、河川の水生生物の生息に及ぼす河畔林の役割について関心が高まっている。一方で、森林から河川、海域という物質の流れのみならず、サケに代表される遡河性魚類の遡上による、海から陸域への物質の流れの重要性が最近指摘され始めた(室田, 1995; 長坂, 2002; 伊藤ら, 2006)。中でもここ数年で分析の操作性、作業効率が大きく向上した安定同位体分析による食物網の解析(高橋, 1996; 山田・吉岡, 1999; 下田ら, 2004)は、ホッチャレ(サケ科魚類の産卵後死体)にかかわる様々な生物間の物質の移動を明らかにしつつある。たとえばホッチャレが河畔の陸上植物に及ぼす影響については、窒素の安定同位体分析による植物体への海洋由来栄養分(MDN)取り込み量に関する研究が草本や樹木などで行われている(Ben-David et al., 1998; Helfield and Naiman, 2001)。森林植物の $\delta^{15}\text{N}$ 値は-7~+2%で海洋植物プランクトンに比べて10%近く低い(酒井・松久, 1996)ため、冷温帯の樹木の $\delta^{15}\text{N}$ 値に高いプラスの値が検出された場合、なんらかの窒素添加が示唆される。サケ遡上河川の河畔のシトカトウヒ(*Picea sitchensis*)の $\delta^{15}\text{N}$ 値を調べた例では、サケ非遡上区に比べ4%前後高い値が確認されたことから葉内窒素の24%をMDNと推定し、これが成長にも寄与することを示した(Helfield and Naiman, 2001)。

その一方で植物体の $\delta^{15}\text{N}$ 値については、葉、根、根粒など個々の器官ごとに値が違う場合があることが報告されている(米山・笹川, 1994; Unkovich et al., 2001)。その理由として代謝の過程で生ずる窒素化合物の変化によって同位体分別が生ずることが明らかになっているが(Yoneyama and Kaneko, 1989)、これらの報告はハウレンソウなどの作物に関するもので、樹木に関する報告事例はきわめて少なく、前述したホッチャレを取り巻く窒素循環の研究ではこうした部位ごとの $\delta^{15}\text{N}$ 値についてはほとんど注意が払われていない。しかし今後も進むであろう食物網解析に際しては、餌資源として樹木一個体内の部位ごとの $\delta^{15}\text{N}$ 情報

* 北海道立林業試験場 Hokkaido Forestry Research Institute, Bibai, Hokkaido, 079-0198

[北海道林業試験場研究報告 第45号 平成20年3月, Bulletin of the Hokkaido Forestry Research Institute, No.45, March 2008]

も必要になると予想される。

そこで本研究では北方四島の択捉島と北海道の河川において、河畔の代表的樹種としてヤナギ科植物に対象を絞り、植物体の部位ごとの $\delta^{15}\text{N}$ 値を測定し、値に差異があるのかどうか、また地域ごとに共通した傾向が見られるのかどうか確認することにした。

材料と方法

調査河川の概要

試料採集は2002年～2003年にかけて、択捉島北部の比良糸（ピライト）川、蕊取（シベトロ）川および北海道内4河川で行った（図-1、表-1）。調査地付近の河床勾配は、北海道内4河川では1/40～1/230と比較的急勾配で、いずれも礫径5～20cmの礫が多く見られる礫床河川であるが、択捉島の2河川はこれらよりもやや勾配が緩く、砂質の河床である。このうち、択捉島の2河川、遊楽部川はサケが豊富に遡上する河川、須部都川は非遡上河川である。野田追川と茂辺地川は河口近くには遡上が見られるが、試料採取地点周辺には遡上が見られないため、非遡上河川とみなした。

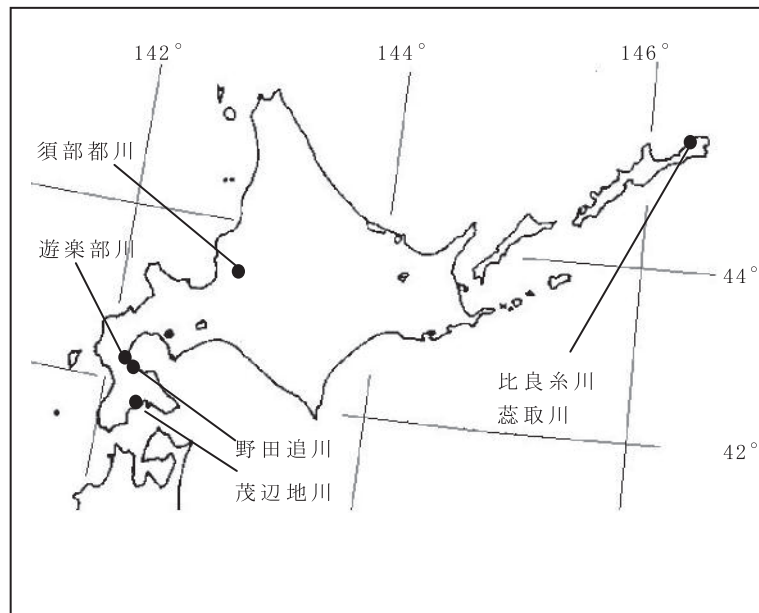


図-1 調査地位置図

表-1 調査河川の概要

河川名	流域面積 (km^2)	流路長 (km)	試料採取地点		サケ科魚 類遡上	ヤナギ属試料採取個体数		
			河床勾配	河口からの 距離 (km)		花芽	葉	種子
択捉島 シベトロ 蕊取川	141.5	33	1/200～1/300	6	あり		3	
ピライト 比良糸川	37.3	16	1/200～1/300	1～3	あり		6	3
北海道 スベツ 須部都川	63.8	24.4	1/50～1/90	17.5	なし		3	3
ユラップ 遊楽部川	351.8	28.5	1/60～1/210	13～18	あり	9	13	12
フダオイ 野田追川	121.5	27.2	1/130～1/150	4	なし		5	5
モヘジ 茂辺地川	95.5	22.8	1/230	0.2	あり	7		

道内河川の河畔林は、水際にはヤナギ属(*Salix* spp.)、ハンノキ属(*Alnus* spp.)が優占し、水面からの比高がやや高い(2 m前後)堆積面にはハルニレ(*Ulmus davidiana* var. *japonica*)、ヤチダモ(*Fraxinus mandshurica* var. *japonica*)、エゾイタヤ(*Acer pictum* subsp. *mono*)、ミズナラ(*Quercus crispula*)などが生育する。渡島3河川の河畔にはオノエヤナギ(*Salix udensis*)、キヌヤナギ(*Salix schwerinii*)、トカチヤナギ(*Salix cardiophylla*)、ケヤマハンノキ(*Alnus hirsuta*)などが比較的多く、シロヤナギ(*Salix jessoensis*) (遊楽部川、野田追川のみ)、ドロノキ(*Populus suaveolens*)の大径木が一部に見られた。須部都川では対象地が上流域であったため、水際のヤナギはオノエヤナギのみで、ケヤマハンノキと混生することが多かった。択捉島2河川周辺では川沿いにはオノエヤナギ、やや内陸側にエゾイタヤ、シウリザクラ(*Padus ssiiori*)、ナナカマド(*Sorbus commixta*)などが生育していた。

試料採取と安定同位体分析

安定同位体分析に供するヤナギは、択捉島、北海道ともに分布するオノエヤナギもしくは同じキヌヤナギ節に分類される(Ohashi, 2001)キヌヤナギとした。両種はしばしば混生することがあり河畔でのニッチは近く(新山, 1987)、前者の方がより上流域まで分布する。遊楽部川を含む渡島半島3河川の調査地周辺にはどちらも出現したが、キヌヤナギが優占していたため主にキヌヤナギを採取した。択捉島の2河川および須部都川の調査地点ではキヌヤナギが見当たらなかったためオノエヤナギを採取した。本研究では安定同位体値にかかわる両種の生理的な樹種間差は考慮せず、以後ヤナギと総称する。試料採取は原則として河道から10m以内で行い、雌雄、サイズ、川との位置関係などの生育場所の立地条件を記載した。

ヤナギは2002年3月中旬に花芽(遊楽部川、茂辺地川のみ)、種子の成熟する5月中~下旬(道内河川)、6月中旬(択捉島)に葉、種子を採取した(付表-1)。また、遊楽部川水系では2003年5月下旬にも葉、種子を採取した。各個体からの試料採取では、花芽は芽鱗を取り除き10個、葉は当年伸長中のシュートの先端付近から5~10枚を採取した。また、種子については雌個体から裂開直前の果穂を持ち帰り、室内で乾燥させて充実種子を採取した。花芽、葉、種子は可能な限り同個体からセットで採取したが、蕊取川では種子の採取ができなかったため、葉の分析値を文末の付表にのみ示している。

採取したヤナギは60℃で48時間乾燥した後、花芽と葉は乳鉢で粉碎して約1 mgを、種子は7~8粒(約1 mg)を窒素安定同位体の1分析試料として使用した。また、花芽については基礎資料収集のため炭素安定同位体比($\delta^{13}\text{C}$)の分析も行い、同様に約0.1 mgを1分析試料として使用した。 $\delta^{13}\text{C}$ 値については、本文中では触れないが、文末の付表に値を掲載した。試料の分析は質量分析計(Finnigan mat社 Delta plus, またはMat252)で行い、以下の式により安定同位体比を求めた。ここで標準物質の $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ は大気中の窒素同位体比を $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ は生物化石ベレムナイト(PDB)の炭素同位体比を表す。

$$\delta^{15}\text{N} (\%) = \{ (\text{試料の}^{15}\text{N}/^{14}\text{N}) / (\text{標準物質の}^{15}\text{N}/^{14}\text{N}) - 1 \} \times 1000$$

$$\delta^{13}\text{C} (\%) = \{ (\text{試料の}^{13}\text{C}/^{12}\text{C}) / (\text{標準物質の}^{13}\text{C}/^{12}\text{C}) - 1 \} \times 1000$$

得られた分析値は、花芽については雌雄別および河川別に値を比較した。葉と種子についてはそれぞれ同一個体からセットで採取したのものについて、値を比較するとともに、対応関係を調べた。

結 果

図-2に遊楽部川、茂辺地川で採取したヤナギの花芽の $\delta^{15}\text{N}$ 値を示した(サケ由来栄養分の影響を受けている可能性が高い(Nagasaka et al., 2006)遊楽部川中州の3個体は付表に別記)。両河川の花芽とも多くの個体は-2~0%の間にプロットされ、河川間と雌雄間で $\delta^{15}\text{N}$ 値を比較したところ、河川間では有意差がみられなかったが、雌雄間では有意差がみられた(雄花: $-0.33 \pm 0.38\%$, 雌花: $-0.96 \pm 0.48\%$, T検定, $P < 0.05$)。

また、図-3に葉と種子をセットで採取した4河川(遊楽部川、比良糸川、野田追川、須部都川)のヤ

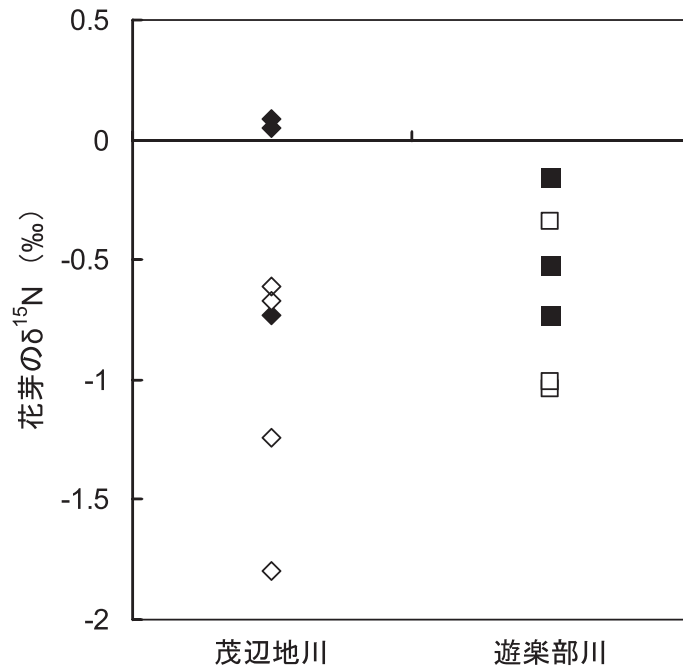


図-2 キヌヤナギ花芽の窒素安定同位体比
各河川の黒シンボルは雄花を、白抜きは雌花を表す

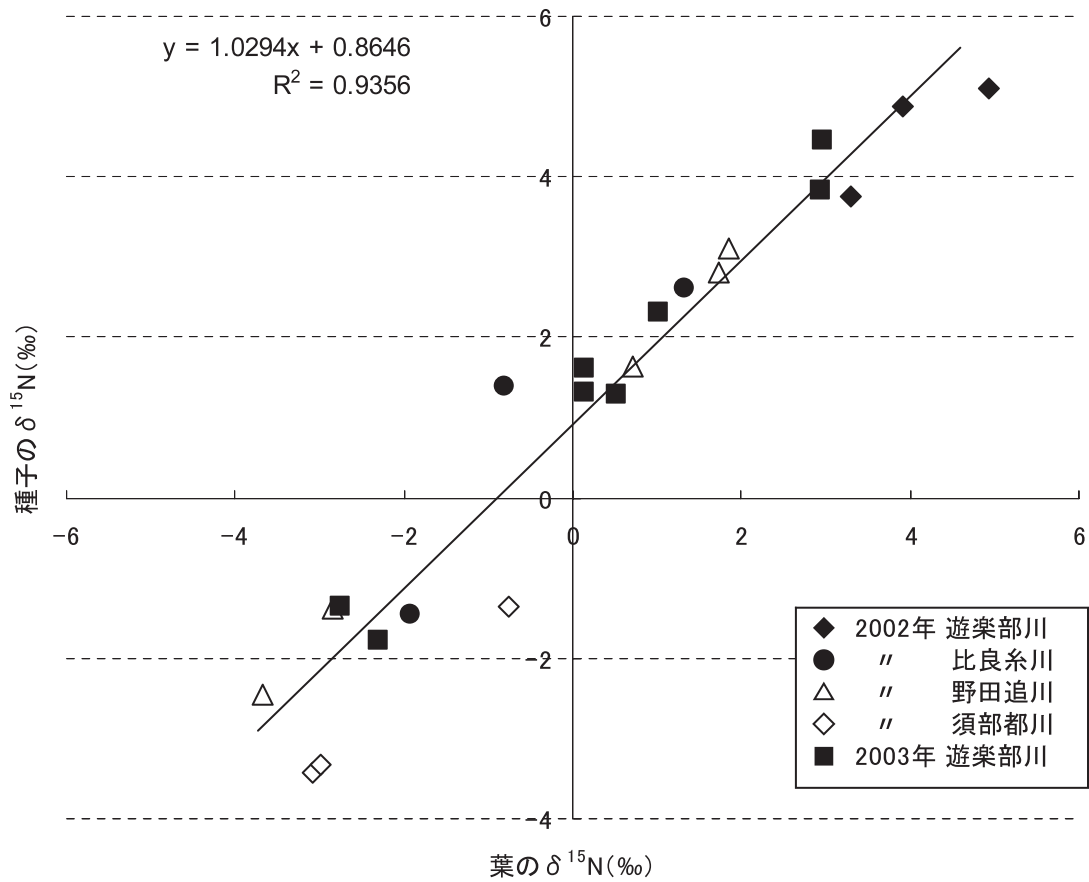


図-3 ヤナギの葉と種子のδ¹⁵Nの関係
黒シンボルはサケ遡上河川を、白抜きは非遡上河川を示す

ナギの $\delta^{15}\text{N}$ 値を示した。須部都川を除きいずれの河川でも葉よりも種子の $\delta^{15}\text{N}$ 値が高く、その差は比良糸川で平均1.31%、遊楽部川で0.53%、野田追川で1.18%であった。一方、須部都川のヤナギ種子の $\delta^{15}\text{N}$ 値は葉よりも平均0.43%低く、河川間の比較においては遊楽部川、比良糸川より有意に低かった (Turkey's HSD multiple comparison test, $P < 0.05$)。また、2003年に採取した遊楽部川のヤナギについても同様に全ての試料で種子の $\delta^{15}\text{N}$ 値が葉をうわまわり、その差は1.13%であった。これら葉と種子の $\delta^{15}\text{N}$ 値は有意に異なり (対応のあるサンプルの t 検定, $P < 0.01$)、サケ遡上の有無に関わらず直線関係 ($y = 1.0294x + 0.8646$ $R^2 = 0.9356$) にあった。

考 察

今回分析したヤナギの $\delta^{15}\text{N}$ 値は、花芽<葉<種子の順に高く、その差はそれぞれ約2%、1%であった。多くの先行事例がある葉の値でみると、 $\delta^{15}\text{N}$ 値が2%以上の値を示した遊楽部川、比良糸川、野田追川の3河川の個体ではMDN等高い $\delta^{15}\text{N}$ 値をもつ窒素の添加が示唆される。対象としたキヌヤナギ、オノエヤナギは、前年のうちに翌春の花芽を形成し、開葉に先立って開花する。その後、開葉とともに種子が成熟し初夏に種子散布するため、5月末に採取した新葉と種子に含まれる窒素の吸収源としては、樹体内の貯蔵窒素と、新たに根から吸収した窒素の2経路が考えられる。 $\delta^{15}\text{N}$ 値は植物が根から吸収する際の窒素源に影響され、硝酸吸収時の樹体内での同位体分別は小さいとされているため (木庭ら, 1999)、植物体から検出される $\delta^{15}\text{N}$ 値のベースは、吸収源の $\delta^{15}\text{N}$ 値を反映すると考えられる。立地と $\delta^{15}\text{N}$ 値の関係については、地下水位が高い飽和土壌では脱窒が起きることにより $\delta^{15}\text{N}$ 値が5%前後上昇すること (木庭ら, 1994; 木平ら, 1997; Pinay et al., 2003) や、前述したようなサケ由来栄養分の利用による $\delta^{15}\text{N}$ 値の上昇 (Nagasaka et al., 2006)、また農地の肥料や家畜排泄物、家庭排水など人為的影響により土壌や河川水が汚染されると、 $\delta^{15}\text{N}$ 値が高くなる (近藤ら, 1997; 中西ら, 1995; 北海道環境科学研究センターら, 2002; 米山, 1987; 米山ら, 1994, 2002) ことなどが報告されている。このため、立地条件が湿地であった野田追川の3個体 (付表-1) については脱窒の影響による $\delta^{15}\text{N}$ 値の上昇も否定はできない。しかし今回の結果では、異なる河川のヤナギの葉と種子の $\delta^{15}\text{N}$ 値の関係が1つの回帰直線で示されたことから、地域や吸収源の $\delta^{15}\text{N}$ 値の大小に関わらずヤナギの個体内で見られる部位別 (今回の場合、葉と種子) の $\delta^{15}\text{N}$ 値に大小関係があると推察された。

植物体の部位の違いによる $\delta^{15}\text{N}$ 値の変動 (Yoneyama and Kaneko, 1989) のプロセスとしては、吸収した硝酸の還元で大きな同位体分別が生じることが一要因と考えられている (米山・笹川, 1994; 山田, 2001)。また生成物であるアミノ酸の種類によっても $\delta^{15}\text{N}$ 値が異なることが報告されている (米山・笹川, 1994; 米山ら, 2002)。例えば、ヤナギ科植物のポプラ (*Populus gelrica*) は開芽前後で枝に貯蔵しているアミノ酸の組成を変化させる (Sagisaka, 1974) ことから、他の樹木においても開葉前後で大きな同位体分別が生ずる可能性がある。すなわち、今回採取したヤナギの場合、須部都川をのぞいては同一個体の花芽、葉、種子の $\delta^{15}\text{N}$ 値に一定の大小関係がみられたことから、冬芽の開芽以降、植物体内の窒素源の物質変化により同位体分別が生じ、このような $\delta^{15}\text{N}$ 値の違いとして現れたと考えられた。他方、今回新たに明らかになった花芽の $\delta^{15}\text{N}$ 値の雌雄差が、同様に生成物の違いによるものかどうかは、葉の $\delta^{15}\text{N}$ 値の雌雄差とともに今後検討する余地がある。

安定同位体分析を用いて食物連鎖を解明する際には、餌資源に想定される植物などの一次生産者と、それを摂食する消費者の $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ 値を比較する手法が定石となっており (高津ら, 2005; 日本地球化学会, 2006)、近年は餌となる生物のどの部位を食するかについても注意が払われている。本研究におけるヤナギの部位による $\delta^{15}\text{N}$ 値の違いは、ヤナギを餌とする植食者との食物連鎖の解析などに際し、有意義な情報となるであろう。

謝 辞

本研究中、択捉島の試料はNPO法人「北の海の動物センター」主催の「ビザなし専門家交流」において日露共同で採取したものであり、北海道環境科学研究センターの間野 勉氏をはじめ調査員にご協力いただいた。この際、ロシアとの交渉、資金面で同NPO法人の援助を受けた。安定同位体分析に際しては、北海道大学地球環境科学研究センターの南川雅男教授、東北大学大学院農学研究科の伊藤絹子助教、北海道工業大学の柳井清治教授に便宜を図っていただいた。また、稗田一俊、中島美由紀、小宮山英重の各氏には調査河川の選定、現地踏査時の情報提供などで大変お世話になった。記してここに深謝の意を表します。

引用文献

- Ben-David, Hamley, T.A., and Schell, D.M. 1998 Fertilization of terrestrial vegetation by spawning Pacific salmon: the role of flooding and predator activity. *Oikos*. 83:47-55
- Helfield, J., and Naiman, R.J. 2001 Effects of salmon-derived nitrogen on riparian forest growth and implications for stream productivity. *Ecology*. 82:2403-2409
- 北海道環境科学研究センター・北海道立水産孵化場・北海道立衛生研究所・山形大学理学部 2002 平成11-13年度重点領域特別研究報告書「塘路湖における環境保全と漁獲の安定化に関する研究」
- 伊藤富子・中島美由紀・長坂晶子・長坂 有 2006 サケマスのホッチャレが川とその周辺の生態系で果たしている役割—2005年頃までの文献レビュー— 魚類環境生態学入門（猿渡敏郎編）東海大学出版会 pp. 245-260
- 木庭啓介・徳地直子・岩坪五郎・和田英太郎 1994 自然安定同位体比を用いた森林生態系における脱窒過程の検討. 京大演報66: 37-47
- 木庭啓介・高橋和志・高津文人 1999 安定同位体を用いた森林生態系における植物—土壌間の窒素動態研究. 日本生態学会誌49: 47-51
- 高津文人・河口洋一・布川雅典・中村太士 2005 炭素、窒素安定同位体自然存在比による河川環境の評価 応用生態工学 7 (2): 201-213
- 近藤洋正・田瀬則雄・平田健正 1997 沖縄県宮古島における地下水中の硝酸性窒素の窒素安定同位体比について. 地下水学会誌39(1): 1-15
- 木平英一・楊 宗興・八木一行・窪田順平 1997 降雨に伴う渓流水のNO₃⁻-N窒素安定同位対比の変動. 水文・水資源学会誌10(4): 360-366
- 室田 武 1995 湖河性回遊魚による海の栄養分の陸上生態系への輸送—文献展望と環境政策上の含意—, 生物科学. 47: 124-140
- 長坂晶子 2002 北米太平洋沿岸地域における溪畔域研究の現状と北海道への適用 2. 遡上サケ親魚は溪畔植生の成長に影響を与えているのか?. 北方林業54(12): 278-281
- Nagasaka, A., Nagasaka, Y., Ito, K., Mano, T., Yamanaka, M., Katayama, A., Sato, Y., Grankin, A.L., Zdorikov, A.I., and Boronov, G.A. 2006 Contributions of salmon-derived nitrogen to riparian vegetation in the northwest Pacific region. *J. For. Res.* 11:377-382
- 中西康博・山本洋司・朴 光来・加藤 茂・熊澤喜久雄 1995 δ¹⁵N値利用による地下水硝酸起源推定法の考案と検証. 日本土壤肥科学雑誌66(5): 544-551
- 日本地球化学会 2006 地球化学講座 5 生物地球化学(南川雅男・吉岡崇仁共編) 培風館 東京 216pp.
- 新山 馨 1987 石狩川に沿ったヤナギ科植物の分布と生育地の土壌の土性. 日本生態学会誌37:163-174
- Ohashi, H. 2001 Salicaceae of Japan. *Sci.Rep.Tohoku Univ.ser.4,Biol.*40(4): 269-396
- Pinay, G., O'keefe, T., Edwards, R., and Naiman R.J. 2003 Potential denitrification activity in the landscapes of

a western Alaska drainage basin. *Ecosystems* 6:336-343

- Sagisaka, S. 1974 Effect of low temperature on amino acid metabolism in wintering poplar. *Plant Physiol* 53: 319-322
- 酒井 均・松久幸敬 1996 安定同位体地球化学 東京大学出版会 東京 403pp.
- 下田和孝・中島美由紀・柳井清治・河内香織・伊藤絹子 2004 陸上動物からサクラマス幼魚への物質移動経路. *魚類学雑誌*51(2):123-134
- 高橋和志 1996 安定同位体からみた森林の窒素循環. *日本生態学会誌*46:45-52
- Unkovich, M., and Pate, J.S. 2001 Assessing N₂ fixation in annual legumes using ¹⁵N natural abundance. In: Unkovich, M., Pate, J., McNeill, A. and Gibbs, D.J. *Stable isotope techniques in the study of biological processes and functioning of ecosystems*. Kluwer academic publishers Dordrecht pp.103-118
- 山田佳裕・吉岡崇仁 1999 水域生態系における安定同位体解析. *日本生態学会誌*49:39-45
- 山田 裕 2001 ¹⁵N自然存在比から見た畑の窒素形態変化. *土肥誌*72(6):812-818
- 米山忠克 1987 土壌-植物系における炭素, 窒素, 酸素, 水素, イオウの安定同位体自然存在比: 変異, 意味, 利用. *土肥誌*58(2):252-268
- Yoneyama, K. & Kaneko, A. 1989 Variations in the natural abundance of ¹⁵N in nitrogenous fractions of Komatsuna plants supplied with nitrate. *Plant Cell Physiol* 30(7):957-962
- 米山忠克・笹川英夫 1994 土壌-植物系における炭素, 窒素, 酸素, 水素, イオウの安定同位体自然存在比: 1987年以降の研究の進歩. *土肥誌*65(5):585-598
- 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. *土肥誌*73(3):331-342

Summary

We examined $\delta^{15}\text{N}$ values of flower buds, leaves, and seeds of riparian willows in 2 rivers on Etorofu Island, and 4 rivers in Hokkaido, Northern Japan. While $\delta^{15}\text{N}$ values of flower buds are lower than leaves, the values of seeds are 1‰ higher than leaves. Also $\delta^{15}\text{N}$ values of male flowers are significantly higher than female. The differences of $\delta^{15}\text{N}$ values in various parts of willow tree may be caused by the isotope fractionation during nitrogen metabolism. These results suggest that we should take care which part of the plant will be analyzed to calculate nitrogen dynamics in riparian ecosystem.

Key words: riparian willows, *Salix* spp., $\delta^{15}\text{N}$, isotope fractionation

付表-1 分析したヤナギ属の採取地点, 採取個体の概要および $\delta^{15}\text{N}$ 値の一覧

採取地点	地形	川からの距離(m)	比高(m)	採取日時	種名	雌雄	樹高(m) DBH(cm)		採取試料の $\delta^{15}\text{N}$ 値			備考
									花芽	葉	種子	
蕊取川	河岸	5~10	1~2	2002/6/14	オノエヤナギ	♀	5	10		3.27		本文中では 用いていない
"	"	0~5	1~2	"	オノエヤナギ	♀	5	5		5.43		
"	"	0	0~0.3	"	オノエヤナギ	♀	5	15		5.24		
比良系川下流	"	5~10	1~2	2002/6/15	オノエヤナギ	♀	3	11		5.93		
"	"	0~5	1~2	"	オノエヤナギ	♀	6	14		-0.36		
"	"	0	0~0.3	"	オノエヤナギ	♀	3	5		3.07		
比良系川中流	"	5~10	1~2	"	オノエヤナギ	♀	4	10		-0.81	1.38	
"	"	0~5	1~2	"	オノエヤナギ	♀	4	20		1.32	2.6	
"	"	0	0~0.3	"	オノエヤナギ	♀	7	20		-1.92	-1.46	
須部都川	河岸	0~1	0	2002/5/25	オノエヤナギ	♀	5-10	5-10		-3.08	-3.42	地下冠水
"	"	0~1	0.2-0.3	"	オノエヤナギ	♀	5-10	5-10		-2.99	-3.33	
"	"	0~1	0	"	オノエヤナギ	♀	5-10	5-10		-0.75	-1.36	地下冠水
遊楽部川	中州	0~1	0~0.3	2002/3/17	キヌヤナギ	♀	4	5	1.78	1.93		花芽 $\delta^{13}\text{C}$ 値: -26.52
"	"	0~1	0~0.3	(葉, 種子は	キヌヤナギ	♂	2.5	4	2.1	5.16		-25.76
"	"	0~1	0~0.3	2002/5/19)	キヌヤナギ	♀	4	5	1.9	3.91	4.87	-24.92
"	"	0~1	0~0.3	"	キヌヤナギ	♀	4	5		3.29	3.75	
"	"	0~1	0~0.3	"	キヌヤナギ	♀	4	5		4.94	5.1	
"	河岸	2~3	0.5~0.7	"	キヌヤナギ	♂	9	11	-0.52			花芽 $\delta^{13}\text{C}$ 値: -25.27
"	"	2~3	0.5~0.7	"	キヌヤナギ	♀	9	11	-1.04			-24.35
"	"	0	0~0.3	"	キヌヤナギ	♀	6	6	-0.33			-26.76
"	"	0	0~0.3	"	キヌヤナギ	♂	8	9	-0.73			-25.34
"	台地	-	-	"	キヌヤナギ	♀	9	15	-1.01			-25.70
"	"	-	-	"	キヌヤナギ	♂	7	10	-0.15			-26.61
遊楽部川	中州	0.1	0.1	2003/5/30	オノエヤナギ	♀	2	2		2.96	4.45	
"	"	0~1	0~0.3	"	キヌヤナギ	♀	4	5		2.95	3.82	
"	"	2	0.5	"	キヌヤナギ	♀	3.5	4		0.51	1.28	
"	河岸	1.5	1.5	"	オノエヤナギ	♀	9	12		1.01	2.31	
"	"	15	1.5~2	"	キヌヤナギ	♀	10	13		0.14	1.62	
"	"	6	1	"	オノエヤナギ	♀	4	5	-2.31	-1.77		サケ遡上限界上流
"	"	3	0.5	"	オノエヤナギ	♀	2.5	2.5		0.14	1.31	サケ非遡上支流
"	"	2	0.6	"	キヌヤナギ	♀	4	4		-2.76	-1.35	" 支流
野田追川	河岸	5~10	5	2002/5/19	キヌヤナギ	♀	5-10	5-10		-3.67	-2.46	堤防上
"	"	5~10	5	"	キヌヤナギ	♀	5-10	5-10		-2.85	-1.39	"
"	湿地	20~30	5	"	キヌヤナギ	♀	5-10	5-10		1.86	3.11	池(水深20~30cm)
"	"	20~30	5	"	キヌヤナギ	♀	5-10	5-10		0.72	1.64	
"	"	20~30	5	"	キヌヤナギ	♀	5-10	5-10		1.74	2.8	
茂辺地川	河岸	1~3	0.5	2002/3/16	キヌヤナギ	♂	3	2	0.09			花芽 $\delta^{13}\text{C}$ 値: -25.94
"	"	"	"	"	キヌヤナギ	♀	3	3	-1.24			-24.56
"	"	"	"	"	キヌヤナギ	♂	4	3	-0.73			-25.39
"	"	"	"	"	キヌヤナギ	♂	4.5	4	0.05			-25.81
"	"	"	"	"	キヌヤナギ	♀	3	2.5	-0.61			-24.17
"	"	"	"	"	キヌヤナギ	♀	2	1	-1.8			-25.81
"	"	0.5	"	"	キヌヤナギ	♀	3	2.5	-0.67			-25.53