

福島県裏磐梯地域を流れる長瀬川における ウチダザリガニを中心とした食物網解析

難波元生（福島大学・共生システム理工学類）・内藤裕一（福島大学大学院・共生システム理工学研究科）・塘 忠顕（福島大学・共生システム理工学類）

要 旨

福島県裏磐梯地域は多くの水生外来生物の移入・定着が知られている。中でも特定外来生物であるウチダザリガニは、河川や湖沼の食物網構造や生態系機能に大きな負の影響を与えると考えられているが、ウチダザリガニを含む底生動物の食物網構造についての知見は皆無である。そこで裏磐梯地域を流れる長瀬川蛇平橋付近で食物網構造の解明を目的として、ウチダザリガニの消化管内容物の観察と安定同位体比分析を組み合わせた解析を行った。その結果、長瀬川蛇平橋付近のウチダザリガニは雑食性を示し、河川内の底生動物、有機物起源（基礎生産者や遺骸）を利用していることが明らかになった。

I. はじめに

福島県裏磐梯地域は、火山群と火山噴火によって形成された湖沼群、そして原生生態系が織りなす風景など、多様な自然環境と美しい自然景観を有することから、磐梯朝日国立公園に指定されている。このように豊かな自然からなる裏磐梯地域ではあるが、多くの水域に外来生物が移入・定着していることが知られている。特に桧原湖、小野川湖、秋元湖など主要な湖沼には特定外来生物のオオクチバスやコクチバスなどのブラックバス類、ウチダザリガニが定着しており（川井・三田村, 2003；佐久間, 2008；山田ら, 2011）、水域の生態系を含む自然環境に及ぼす影響が懸念されている（日本生態学会（編）, 2002；荻部, 2005）。

桧原湖を水源とし、小野川湖を経由する長瀬川でもブラックバス類、ウチダザリガニ、フロリダマミズヨコエビなどの外来生物が確認されている（阿部ら, 2006；佐久間, 2008；山田ら, 2011；大平・塘, 2013）。これら多くの外来生物の中でも特にウチダザリガニは、沈水植物の組織切断、底生動物の捕食、落葉の分解、底泥攪拌、栄養塩の排泄などにより底生動物群集における食物網構造や河川や湖沼の生態系機能に大きな負の影響を与えると考えられている（二宮, 2009）。ウ

チダザリガニは北米からの移入種であり（川井ら, 2002）、裏磐梯地域では1998年頃から小野川湖で生息が確認され、2003年には長瀬川の水源である桧原湖でも生息が確認されるようになった（中谷・横山, 2003）。しかしながら、同地域の河川や湖沼においてウチダザリガニがどのような生物を餌資源として利用しているのか、またどのような生物に餌資源として利用されているのかを明らかにした先行研究は少なく（cf. 五十嵐, 2012）、ウチダザリガニ等の底生動物を含む食物網構造についての知見は皆無である。



図1 ウチダザリガニ

生態系とは、そこに生息するあらゆる生物と非生物的環境要素、そしてそれらすべての間の関係からなるものである。その中の生物と生物の間の関係において、食物連鎖あるいは食物網は単に食べる—食べられるだけの関係だけではなく、

エネルギーと物質の流れという観点でも非常に重要である。そのため食物網構造の解明は、生態系やそれを構成する生物間の相互作用、個々の生物が生態系内で果たす役割を理解することにつながる（陀安，2005；加藤，2012）。このように生態系の維持や保全を進めていく上で生態系における食物網構造の把握は重要である。

食物網構造を明らかにするための手法としては、消化管の内容物や糞の内容物の解析、捕食実験、そして炭素と窒素の安定同位体比分析が知られている。前二者は調査の直前に捕食した餌や消化しにくい餌を過大評価してしまうこと（奥田，2012）、デトリタス、リター、藻類を餌資源として評価することが困難であることなどの問題点が指摘されてきた（土居，2006）。一方、安定同位体比は、各元素に決められた標準物質の同位体存在比（ $R_{\text{標準物質}} : R = {}^{13}\text{C}/{}^{12}\text{C}$, ${}^{15}\text{N}/{}^{14}\text{N}$ ）に対する試料の同位体存在比（ $R_{\text{試料}}$ ）の偏差として、次式のように δ を用いて表す。単位には千分率（‰）を用いる。

$$\delta^{13}\text{C} \text{ または } \delta^{15}\text{N} (\text{‰}) = (R_{\text{試料}}/R_{\text{標準物質}} - 1) \times 1000$$

炭素安定同位体比（ $\delta^{13}\text{C}$ ）は光合成の経路の違いや存在する二酸化炭素の量に依存し1栄養段階ごとにおよそ0.8‰高くなる。したがって、 $\delta^{13}\text{C}$ は対象生物の餌資源の値を比較的好く反映する（DeNiro and Epstein, 1978）。一方、窒素安定同位体比（ $\delta^{15}\text{N}$ ）は捕食に伴い重い同位体 ${}^{15}\text{N}$ が生物体内に濃縮し、1栄養段階でおよそ3.4‰高くなる。したがって、 $\delta^{15}\text{N}$ は生物の栄養段階の指標となる（DeNiro and Epstein, 1981; Minagawa and Wada, 1984）。間接的ではあるが、安定同位体比分析は生物が同化した餌資源を分析化学的に評価できる。

本研究では、河川生態系においてウチダザリガニを含む底生動物の食物網構造を消化管内容物の観察と安定同位体比分析によって明らかにす

ることを目的とした。裏磐梯地域でもウチダザリガニが分布する長瀬川に着目し、底生動物の食物網解析を実施した。

II. 調査地及び調査方法

1. 調査地概要

長瀬川は1888年の磐梯山の水蒸気爆発前までは福島県と山形県の県境に位置する吾妻連峰に源を発する河川であったが、爆発に伴って生じた岩層なだれによって河道が塞ぎ止められた後は桧原湖を水源としている。桧原湖から流出した後は、小野川湖を経由し、秋元湖からの支流を合流しながら磐梯山の東麓を回り込むように流れ、強酸性河川である酸川を合流した後に猪苗代湖に注ぐ。流路延長23.2 kmの一级河川である。長瀬川は桧原湖唯一の流出河川であり、前述したようにウチダザリガニが生息している。

本研究の調査地は、小野川湖からの流出後、秋元湖からの流出部との合流前である蛇平橋付近である（WGS84系37°39'23.2"N, 140°05'31.1"E）。調査地付近には夏季にはヨシが繁茂し、河川の一部を覆う。川幅は蛇平橋の上流側では約5 mであるが、橋の下では約15 mとなる。蛇平橋付近で流れの緩やかな場所にはウチダザリガニが多数生息している。

2. 調査方法

携帯型流速計（セネコム社製）を用いて流速を測定することにより、相対的に流速が異なる環境として瀬的な環境と淵的な環境を区別して試料採集を実施した（以降、瀬と淵とする）。試料採集は11月14日に実施した。

底生動物の採集は、目合い1 mm、フレーム幅40 cmの水生昆虫稚魚すくい網（HOGA社製）と目合い3 mm、フレーム幅20 cmの手網を併用して、キック・スウィープ法によって行った。底生動物は生かしたまま研究室に持ち帰り、蒸留水で洗浄した後に-25℃で冷凍保存した。ただし、特

定外来生物であるウチダザリガニは生存個体の運搬が禁止されているため、現地で殺処分した個体からハサミと腹部を取り外して研究室に持ち帰り、上述したように冷凍保存した。

底生動物以外の試料として、底生動物の餌資源になり得るデトリタス、付着藻類、河川内（主として河床）に堆積しているリター、水生植物と陸生植物を採取した。デトリタスは瀬と淵それぞれ3地点ずつで目合い100 μm、直径30 cmのプランクトンネットを用いて河川水とともに採集した。付着藻類は河床にある礫を数個ランダムに選び、それらの表面を歯ブラシで擦ることによって採取し、水に懸濁させて保存した（cf. 加藤, 2012）。リターは河床に堆積しているものをランダムに選んで採取した。植物は河川水中にある水生植物だけでなく、葉の一部が河川水に浸かっている陸生植物など河川内に生息する底生動物が餌資源として利用可能なものも採取した。

底生動物の消化管内容物の観察は採集された個体数が3個体以上の種で、体サイズの大きい3個体を用いて観察を行い、観察された消化管内容物を、動物片、植物片、珪藻類、デトリタスの4つに分類した。消化管内容物は、瀬ではモンカゲロウ、チラカゲロウ、ヘビトンボ、淵ではモンカゲロウ、ニホンカワトンボ、ミズムシ、ウチダザリガニ、ヌカエビについて観察した。

3. 安定同位体比分析

体サイズが大きい個体は、消化管を取り除いた後で凍結乾燥し、乳鉢を用いて粉末にした。1個体では測定できないほど体サイズが小さな個体は、複数個体をまとめて粉末化し、1試料とした。河川水とともに保存したデトリタスと付着藻類はスポイトを用いて水とともにプラスチックチューブに移し、小型遠心機（チビタン-R、アズワン社製）を用いて2000 Gで1分間の遠心後、上澄み液を取り除き、凍結乾燥し、乳鉢を用いて粉末にした。リターと植物は凍結乾燥し、乳鉢を

用いて粉末にした。安定同位体比の解析は元素分析計—同位体比質量分析装置（Flash 2000—Thermo DELTA V Advantage, Thermo社製）を用いた。測定誤差は $\delta^{13}\text{C}=0.07\text{‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}=0.11\text{‰}$ であった。

III. 結果

1. 消化管内容物の観察

それぞれの消化管内容物の観察結果を表1に示した。モンカゲロウの消化管からは瀬と淵の両方で珪藻類とデトリタスが多く確認できた。瀬から採集されたチラカゲロウの消化管には、珪藻類、デトリタスが多く観察されたが、動物片と判断できるものは確認できなかった。ヘビトンボの消化管には動物片が多く、わずかではあるが珪藻類とデトリタスも観察された。

ニホンカワトンボの消化管は動物片が大部分を占めており、カゲロウ類と同定可能な動物片も確認できた。動物片以外にも、植物片、珪藻類、デトリタスがわずかではあるが観察された。ミズムシの消化管には珪藻類とデトリタスが多く観察されたが、動物片と判断できるものは確認できなかった。ウチダザリガニの消化管には珪藻類とデトリタスが多く、カゲロウ類と同定可能な動物片、ヨシと同定できる植物片も観察された。ヌカエビの消化管には珪藻類とデトリタスが多く、動物片と判断できるものは確認できなかった。

表1 消化管内容物の観察結果

種名	採集場所	消化管内容物			
		動物片	植物片	珪藻類	デトリタス
モンカゲロウ	瀬			●	●
チラカゲロウ	瀬			●	●
ヘビトンボ	瀬	●		○	○
モンカゲロウ	淵			●	●
ニホンカワトンボ	淵	●	○	○	○
ミズムシ	淵			●	●
ウチダザリガニ	淵	○	○	●	●
ヌカエビ	淵			●	●

消化管内に多くも見られたものに●を、少なかったものに○を付した。

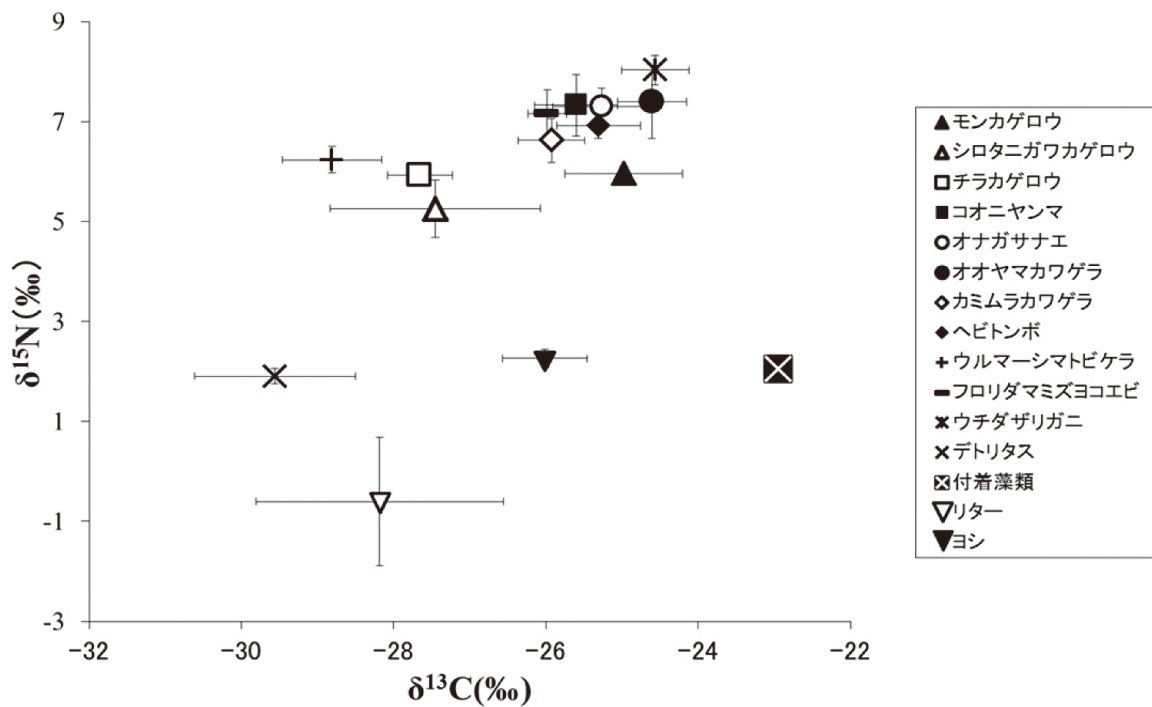


図2 長瀬川蛇平橋付近の瀬環境における底生動物および餌資源の $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$

シンボルはそれぞれの種（餌資源を含む）の平均値を，縦横のバーは1標準偏差を示す。

2. 安定同位体比分析

瀬から採集された底生動物とデトリタス，付着藻類，リター，ヨシの測定結果（すべて $n=3$ ）を図2に示した。瀬から採集されたデトリタス，付着藻類，リター，ヨシの $\delta^{13}\text{C}$ については，それぞれ異なる値を示し（デトリタスとヨシは一部重なる部分もある）， $\delta^{15}\text{N}$ についてはデトリタス，付着藻類，ヨシで類似した値を示したものの，リターだけは約 2.5‰低い値を示した（図2）。 $\delta^{15}\text{N}$ については，ウチダザリガニが最も高い値を示し，次いで捕食性とされているコオニヤンマ，オナガサナエ，オオヤマカワゲラ，カミムラカワゲラ，ヘビトンボ，そしてフロリダマミズヨコエビが高い値を示した。シロタニガワカゲロウ，モンカゲロウ，チラカゲロウ，ウルマーシマトビケラの $\delta^{15}\text{N}$ は，上述した捕食性種やフロリダマミズヨコエビよりも若干低い値を示した（図2）。

淵から採集された底生動物とデトリタス，付着藻類，リター，シロツメクサ，コカナダモの測定結果（すべて $n=3$ ）を図3に示す。デトリタスと付着藻類は極めて類似した $\delta^{13}\text{C}$ 値を示したが，リター，シロツメクサ，コカナダモはそれぞれ異なる値を示した（図3）。 $\delta^{15}\text{N}$ についてはコカナダモがモンカゲロウと同様な値（5.2‰）を示した（図3）。ウチダザリガニ，ヌカエビ，スジエビは甲殻綱十脚目に属する底生動物であるが，この中ではヌカエビが $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ とともに最も低い値（ $\delta^{13}\text{C} = -29.0\text{‰}$ ， $\delta^{15}\text{N} = 6.0\text{‰}$ ）を示した（図3）。スジエビの $\delta^{15}\text{N}$ 値（8.8‰）はウチダザリガニのもの（7.3‰）よりも高かった。クロマダラカゲロウの $\delta^{15}\text{N}$ （1.8‰）は他の底生動物よりも著しく低く，今回解析したデトリタスに近い値を示した（図3）。

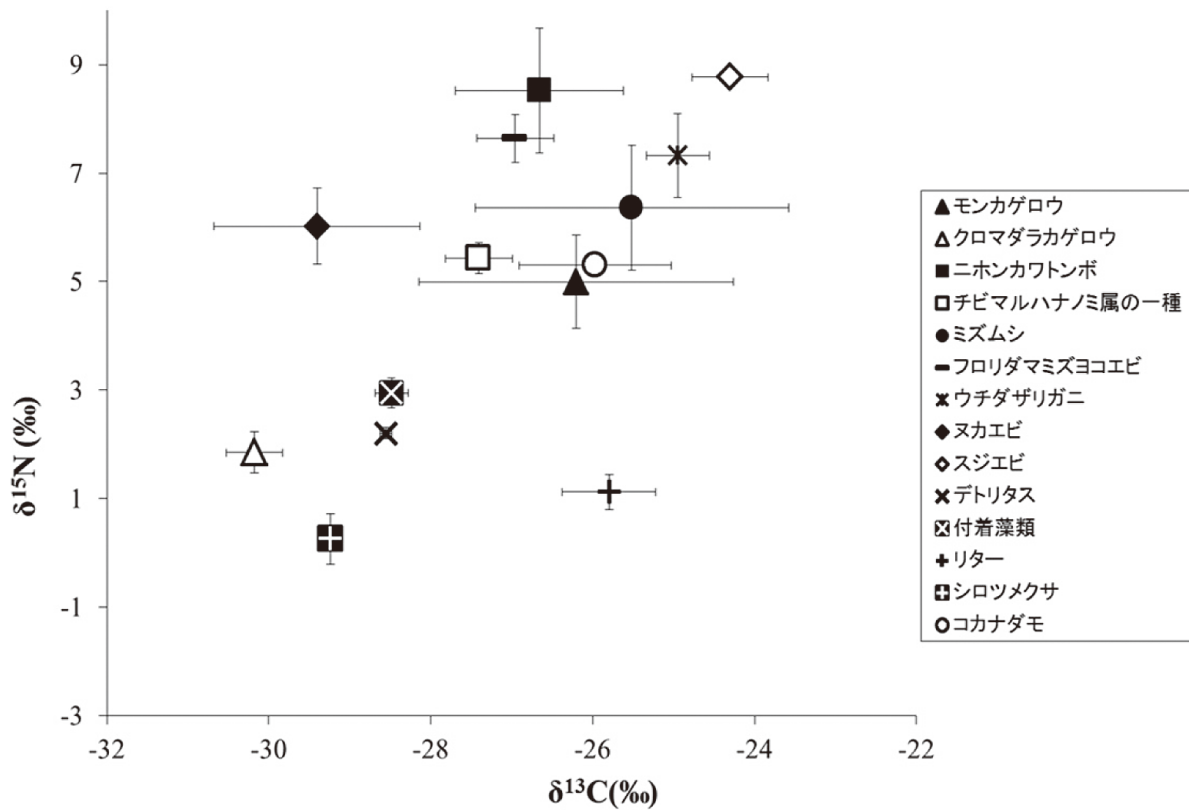


図3 長瀬川蛇平橋付近の淵環境における底生動物および餌資源の $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$

IV. 考察

1. 食物網構造解析

瀬と淵で採取された付着藻類の $\delta^{13}\text{C}$ 値に着目すると、瀬で採取されたものの方が淵で採取されたものよりも顕著に高い値を示した(図2, 3)。一般に付着藻類の $\delta^{13}\text{C}$ 値は瀬と淵では異なる(阿部・布川, 2005)。付着藻類の $\delta^{13}\text{C}$ 値に影響を及ぼす要因として、1) 流速, 2) マットの厚さや形状, 3) DIC(溶存無機炭素)濃度などが挙げられている(永田・宮島(共編), 2008)。本研究で淵から付着藻類を採取した場所は蛇平橋の下であり、光が遮られたため、藻類が光合成を行うために必要な日光が水中まで十分に届かず、この場所の藻類は生産量と成長速度がともに小さかった可能性がある。そのため、上述した2)の要因が付着藻類の $\delta^{13}\text{C}$ 値に影響を及ぼし、瀬の藻類との間に顕著な差が生じた可能性がある。

植物のバルクの $\delta^{15}\text{N}$ 値はバラつきが大きいこ

とが知られており(力石ら, 2011)、同じ種の植物であっても葉、根、種子など器官によって値が異なることや、雄花と雌花の間でも値が異なることが報告されている(長坂・長坂, 2008)。長瀬川蛇平橋付近の瀬から採取されたリターの $\delta^{15}\text{N}$ 値は他の有機物起源(基礎生産者や遺骸)よりも約2.5%低い値を示した(図2)。これは本研究でリターを河床からランダムに採取した際、 $\delta^{15}\text{N}$ 値が低いリターばかりを採取したことが原因ではないかと思われる。

フロリダミズヨコエビは植物由来の有機物を摂食すると言われているが(東城, 2008)、本調査では一般に捕食者とされる種と同レベルの $\delta^{15}\text{N}$ 値を示したことから、蛇平橋付近に生息するフロリダミズヨコエビは動物由来の有機物あるいは後述するように $\delta^{15}\text{N}$ 値が高いコカナダモを多く摂食しているものと思われる(図2, 3)。 $\delta^{15}\text{N}$ 値は瀬から採集された底生動物の中では、ウ

チダザリガニがもっとも高く (図 2), また消化管内にも多くの動物片が観察されたため (表 1), ウチダザリガニが他の底生動物を餌資源として利用していることが強く示唆された。

シロタニガワカゲロウ, モンカゲロウ, チラカゲロウ, ウルマーシマトビケラは捕食性種と比べると低い $\delta^{15}\text{N}$ 値を示したが (図 2), モンカゲロウやチラカゲロウの消化管内容物には動物片が含まれていなかったことを考えると (表 1), これらの底生動物は一次消費者 (デトリタス食者を含む) であると考えられる。シロタニガワカゲロウは藻類食とされているが (川合・谷田 (共編), 2005), $\delta^{13}\text{C}$ 値 (-27.5%) は瀬から採取した付着藻類の値 (-22.9%) とは大きく異なっていた (図 2)。一方, 淵から採取した付着藻類の $\delta^{13}\text{C}$ 値 (-28.5%) とは比較的類似していたこと (図 3), シロタニガワカゲロウの $\delta^{13}\text{C}$ 値と類似した値をもつチラカゲロウの消化管内にはデトリタスと珪藻類が観られたことから (表 1), シロタニガワカゲロウもデトリタスと付着藻類を摂食しているものと思われる。瀬から採集されたシロタニガワカゲロウの $\delta^{13}\text{C}$ 値 (-27.5%) は, 上述したように淵から採取した付着藻類の値 (-28.5%) と類似していたことから, 本来は淵に生息し, そこに生育する付着藻類を主に摂食していることが示唆される。あるいは瀬に生息しており, デトリタス ($\delta^{13}\text{C} = -29.6\%$) と付着藻類 ($\delta^{13}\text{C} = -22.9\%$) を混合して摂食しているが, 量的にデトリタス側に偏っている可能性もある。

長瀬川蛇平橋付近の淵から採取されたコカナダモの $\delta^{15}\text{N}$ 値は他の有機物起源 (基礎生産者や遺骸) と比べると高い値を示したが (図 3), コカナダモは窒素の蓄積能力が高いことが知られており (沖ら, 1989), このことが観察された $\delta^{15}\text{N}$ 値と関係している可能性がある。

クロマダラカゲロウの $\delta^{15}\text{N}$ 値は他の底生動物よりも低かったため, $\delta^{15}\text{N}$ 値が低い餌資源を摂食していると考えられる (図 3)。同様に低い $\delta^{13}\text{C}$

値を考慮すると, クロマダラカゲロウの餌資源には本研究では未分析のものが存在する可能性もある。ニホンカワトンボは高い $\delta^{15}\text{N}$ 値を示し (図 3), かつ消化管内には多くの動物片が観察されたことから (表 1), ニホンカワトンボが底生動物を主な餌資源としていることは確実である。今回分析した甲殻綱十脚目に属する底生動物 (ウチダザリガニ, スジエビ, ヌカエビ) の中でヌカエビの $\delta^{15}\text{N}$ のみがやや低い値を示した (6.0% ; 図 3)。さらに, ヌカエビの消化管内には, デトリタスと珪藻類が多く, 動物片は確認できなかった (表 1)。このことから, ヌカエビは主にデトリタスや珪藻類を餌資源としていると考えられる。一方, スジエビの $\delta^{15}\text{N}$ 値 (8.8%) はニホンカワトンボの値 (8.5%) と近いことから, スジエビも餌資源として底生動物に依存していると考えられる。スジエビは一般に肉食性が強いと考えられており (中武ら, 2011), 本研究の結果と一致する。スジエビがウチダザリガニよりも高い $\delta^{15}\text{N}$ 値を示すことは, 高村ら (2007) でも報告されている。淵から採集されたウチダザリガニの消化管内にはカゲロウ類と同定できる動物片だけでなく, ヨシと同定できる植物片や珪藻類とデトリタスも観察された (表 1)。ウチダザリガニは阿寒湖のマリモを食害することで問題となっているように, 植物や藻類も餌資源として利用する (二宮, 2009)。肉食性の強いスジエビよりも低い $\delta^{15}\text{N}$ 値を示したことから, 淵環境におけるウチダザリガニは底生動物だけでなく植物性の餌資源も多く利用すると考えられる。また, フロリダマミズヨコエビとウチダザリガニは, $\delta^{15}\text{N}$ 値は類似しているものの $\delta^{13}\text{C}$ の値は大きく異なることから, 両種は, 栄養段階は近いが餌資源を異にすると考えられる。

また, 瀬に生息するウチダザリガニよりも淵に生息するものの方が低い $\delta^{15}\text{N}$ 値を示したことから, 淵に生息するウチダザリガニは瀬に生息するものとは食性が異なり, 植物性の餌資源 (コカナ

ダモ) を多く利用していると考えられる (図 2, 3). また, ウチダザリガニのように瀬と淵を行き来する底生動物は環境によって $\delta^{13}\text{C} \cdot \delta^{15}\text{N}$ 値が変化する可能性がある.

2. ウチダザリガニが河川の生態系に与える影響

これまで裏磐梯地域に生息しているウチダザリガニの食性については不明な点が多かったが (cf. 五十嵐, 2012), 本研究によって長瀬川蛇平橋付近のウチダザリガニは雑食性であり, 河川内で底生動物と植物性由来の有機物 (ヨシやコカナダモなど) を餌資源としていることが明らかになった. したがって, ウチダザリガニは餌資源として底生動物を利用する二次消費者および植物性由来の有機物 (ヨシ, コカナダモ) を利用する一次消費者の両者との間で, 餌資源をめぐる競合が生じる可能性がある. 先述したように, ウチダザリガニは水生植物の組織切断を行うことも知られており (二宮, 2009), 水生植物を生息場所とする底生動物にとってウチダザリガニは生息環境を減少させる存在である可能性もある. 今後はウチダザリガニが河川の生態系に与える直接的な捕食の影響だけではなく, 間接的な影響 (環境の改変) についても詳しく調査する必要がある.

謝辞

福島大学理工学群共生システム理工学類の兼子伸吾先生には, 実験を行う上で必要な設備や機器を貸与して頂きました. 厚く御礼申し上げます.

本研究室の皆様にも本研究を進める上で様々なご助言, ご協力を頂きました. 以上の方々に深く御礼申し上げます.

引用文献

阿部友則・杉本嘉寛・拇井龍一・中谷 勇 (2006) 磐梯朝日国立公園の湖沼に生息するウチダザリガニ, *Cancer*, (15), 21-24.

阿部俊夫・布川雅典 (2005) 春期の溪流における安定同位体を用いた食物網解析, *日林誌*, (87), 13-19.

DeNiro, M. J. and Epstein, S. (1978) Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 42, 495-506.

DeNiro, M. J. and Epstein, S. (1981) Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 45, 341-351.

土居秀幸 (2006) 安定同位体で水生昆虫の食物網を調べる, *昆虫と自然*, 41, 12-15.

五十嵐悟 (2012) 裏磐梯に生息するウチダザリガニの食性に関する研究, 「きらめく水のふるさと磐梯」平成 23 年度湖美来基金水環境保全事業報告書.

苅部治紀 (2005) トンボにも影響を与える「ブラックバス」, *昆虫と自然*, 40, 22-25.

加藤義和 (2012) アミノ酸同位体指標を用いた河川食物網の構造解析手法の開発, 平成 24 年度河川整備基金助成事業報告書.

川井唯史・西村士郎・中田和義・小林弥吉 (2002) ザリガニ類 (ウチダザリガニ, メキシコザリガニ, マロン, レッドクローの移入に関する考察), *Cancer*, (11), 15-21.

川井唯史・三田村敏正 (2003) 福島県で採集された移入ザリガニ類の学名と和名, *Cancer*, (12), 29-30.

川合禎次・谷田一三 (共編) (2005) 日本産水生昆虫一科・属・種への検索. 1342p, 東海大学出版会.

Minagawa, M. and Wada, E. (1984) Stepwise enrichment of ^{15}N along food chains: Further evidence and the relation between $\delta^{15}\text{N}$ and animal ages. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, (5), 1135-1140.

長坂 有・長坂晶子 (2008) 河畔性ヤナギの性別・部位別の窒素安定同位体比, 北海道林業試験場研究報告, (45), 1-8.

- 永田 俊・宮島利宏（共編）（2008）流域環境評価と安定同位体. 476p, 京都大学出版会.
- 中武禎典・高村典子・佐治あずみ・宇野晃一（2011）スジエビの在・不在が動物プランクトン群集と水質に与える影響, 応用生態工学, 14, 11-20.
- 中谷 勇・横山宣雄（2003）磐梯朝日国立公園の小野川湖でウチダザリガニが繁殖, *Cancer*, (12), 27-28.
- 日本生態学会（編）（2002）外来種ハンドブック. 408p, 地人書館.
- 二宮咲子（2009）生態系保全を理念とする法的規制と住民の反応: 釧路湿原のウチダザリガニをめぐる環境問題を事例として, 環境社会学研究, (15), 132-138.
- 大平 創・塘 忠顕（2013）福島県裏磐梯地域のオオシマトビケラ（昆虫綱:トビケラ目）, 共生のシステム, 14, 106-109.
- 沖 陽子・今西 競・中川恭二郎（1989）沈水雑草オオカナダモ, クロモ, コカナダモの生息環境及び外部形態の変異性に関する研究, 農学研究, 62, 31-48.
- 奥田 昇（2012）安定同位体を用いた水田生態系の構造と機能の評価手法, 日本生態学会誌, (62), 207-215.
- 力石嘉人・高野淑織・小川奈々子・佐々木瑤子・土屋正史・大河内直彦（2011）アミノ酸の窒素安定同位体比を用いた生物の栄養段階の解明: 陸上環境を含めた生物生態系の解明に向けて, *Res. Org. Geochem.*, 27, 3-11.
- 佐久間徹（2008）福島県の外来魚問題と対策, 日本生態学会東北地区会報, (68), 21-24.
- 高村典子・中川 恵・仲島広嗣・若菜 勇・伊藤富子・五十嵐聖貴（2007）炭素・窒素安定同位体比による達古武沼生態系の評価, 陸水学雑誌, 68, 169-186.
- 陀安一郎（2005）流域生態系の環境診断 - 安定同位体アプローチ, 日本生態学会誌, 55, 183-187.
- 東城幸治（2008）外来種フロリダミズヨコエビと在来ヨコエビ種間の個体間ダイナミクス追究, ならびに外来種の分布拡大防止策検討, 平成20年度河川整備基金助成事業報告書.
- 山田浩行・大塚英治・川井唯史（2011）北海道鹿の子ダム, 福島県裏磐梯, 千葉県利根川水系におけるウチダザリガニの生息状況, *Cancer*, (20), 21-28.