

研究エッセイ

このコーナーではフィールド科学センターの教員が行っている研究のエッセイを掲載します。北海道大学のフィールドで行われている研究を知ってください。

【マイクロプラスチックが海洋生物に与える影響の研究】

プラスチックごみによる海洋汚染は世界中で進んでおり、2050年には世界の海のプラスチックごみの量は魚よりも多くなると予想されています。プラスチックごみが海洋生物に与える影響については、打ち上げられた海洋哺乳類や海鳥の胃から大量のプラスチックが見つかったり、ウミガメがプラスチックごみを誤飲して苦しんでいる映像などにより、その深刻性が広く認識されるようになってきましたが、それだけにはとどまりません。海に漂うプラスチックごみは紫外線や波、生物などによって細分化され、粒径が5 mm以下のサイズになったものは「マイクロプラスチック」と呼ばれます。マイクロプラスチックはさまざまな小型の海洋動物に負の影響を与えることが明らかになりつつあります。

厚岸臨海実験所では、マイクロプラスチックが海洋ベントス(底生動物)に与える影響に関する研究を2014年より続けています。これまで、イソタマシキゴカイ、キタノムラサキガイ、キタイワフジツボなどさまざまな海洋ベントスを対象に、飼育水槽実験によりマイクロプラスチックの影響を評価する実験を行ってきました。その結果、マイクロプラスチックがベントスの摂食率や成長率、生存率に与える影響は、対象生物や季節により大きく変異することがわかってきました。その影響は、特に水温や海洋の懸濁物量などの条件に左右されることから、今後、水温上昇や富栄養化などの他の環境ストレスの変化と相互作用して、より深刻化する可能性も考えられます。

石油製品であるプラスチックは化学的親和性からPCBやPAHに代表されるPOPs(残留性有機汚染物質)を吸着するとともに、臭素系難燃剤や紫外線吸収剤などの添加剤と呼ばれる多様な化学物質を含んでいます。これより、海洋ベントスはマイクロプラスチック自身が及ぼす物理的な影響だけでなく、化学物質にさらされる影響も同時に受けていることが指摘されています。さらに、二枚貝類や小型甲殻類などの無脊椎動物はより大型の海洋動物の餌となっており、食物連鎖を通じてマイクロプラスチックや化学物質が魚類や海鳥類などの高次消費者に移行し影響を与える可能性があります。この問題を明らかにするため、私たちは厚岸のアマモ場に生息するアミという小型甲殻類とシモフリカジカという底生魚類を用いた飼育実験に取り組んでいます。ここまでの結果では、シモフリカジカは水中から直接摂取するよりはるかに多くのマイクロプラスチックを餌であるアミを通じて取り込むこと、さらにアミが消化管内でマイクロプラスチックを破砕することにより、より小型になったマイクロプラスチックがシモフリカジカに取り込まれることがわかりました。現在は、添加剤を含むマイクロプラスチックを取り込んだアミをシモフリカジカに摂食させることにより、シモフリカジカ体内の化学物質各種の蓄積状況を調べる実験を実施中で、これにより食物連鎖を通じたマイクロプラスチックの海洋生物群集への影響を明らかにしていきたいと考えています。



アマモ場に浮かぶプラスチックごみ(レジ袋)。長谷川貴章氏撮影。



アマモ場に生息するアミ(*Neomysis* sp.)。体長は1 cm程度。長谷川貴章氏撮影。



マイクロプラスチック(蛍光ビーズ)を取り込んだアミ。蛍光ビーズが取り込まれた胃の部分を白丸で示す。長谷川貴章氏撮影。

動植物エッセイ

フィールド科学センターの教員は様々な動植物を扱っています。このコーナーでは教員が研究材料として扱っている動植物について、とっておきのエッセイを掲載します。

【草でウシを飼う】

2021 年、来年は丑年です。

当センターでは2種類のウシが飼われていること、皆さんはご存じでしょうか。ひとつは札幌キャンパス内、生物生産研究農場で飼われているホルスタイン種です。酪農王国・北海道ではもっともたくさん飼われている、牛乳や乳製品の広告やコマーシャルでもよく目にする、白黒のあのウシです。もうひとつは静内研究牧場で飼われている肉用牛、日本短角種という品種のウシです。

日本短角種は和牛のひとつです。和牛といえば黒毛和種、と思われる方が多いでしょう。黒毛和種が和牛であって、他に和牛なんているの？という方もいるかもしれません。和牛とは、黒毛和種、褐毛和種、無角和種、日本短角種の4品種と、それらの交雑種のことを指します。現在、国内で肥育されている和牛の90%以上が黒毛和種で



繁殖パドック：3月から5月にかけて毎年40頭前後の子牛が生まれてくる。



親子放牧：5月から10月まで牧草放牧地に親子で終日放牧。そのうち6～8月は種雄牛1頭を群れに入れて自然繁殖させる。

草でウシを飼う、当たり前じゃないか！と思いませんか？ウシは、ウマやヒツジ、ヤギなどと同じ草食動物です。草を食べる動物なんだから草で飼う、というのは、実は今の日本では当たり前ではないんです。

たとえば黒毛和種、生まれてから28カ月程度で体重700～750kgまで育ててお肉にするのに、一般的には濃厚飼料を4～6t与えます。ホルスタインの雄は、当然牛乳を出しませんから(去勢して)お肉にするのですが、もともと黒毛より体格が大きく、成長も早いので21カ月齢で750～800kgを目標に肥育し、この時やはり1頭あたり5～6tの濃厚飼料を与えます。ここに書いた重さはウシの体重であって、お肉の量ではありません。体重が750kgのウシからとれる精肉の量は200kgからせいぜい250kgほど。つまり、250kgの牛肉を生産するのに、その20倍、5tもの濃厚飼料を使っていることになります。しかもこの濃厚飼料、ほとんどが海外か

すから、和牛イコール黒毛、と思われても仕方ないかもしれません。が、このエッセイを読んでいた方には、是非、和牛には4つの品種があること、黒毛だけが和牛じゃない、ということを感じていただければと思います。

さて、日本短角種ですが、明治のはじめアメリカから輸入されて現在の岩手県に貸付されたショートホーンという肉用種を、旧南部藩の在来種南部牛に交雑したものが基になっています。現在は7,700頭余りが岩手県、秋田県、青森県、北海道を中心に飼養されており、そのうち1/4ほどの約1,900頭が北海道で飼われています。日本短角種の最大の特徴は粗飼料の利用性に富むことで、また放牧適正も高く、粗放な放牧でも野草を採食する能力が優れているとされています。粗飼料とは畜産用語で、草類、青刈り飼料作物、わら類などを指し、そこから調製した乾草やサイレージ(発酵飼料)など貯蔵飼料も含む、繊維成分が多い飼料のことです。対語として、繊維が少なくでんぷんやタンパク質など栄養濃度の高い飼料を濃厚飼料と呼び、穀実類、油粕類、ぬか類などがあります。つまり、日本短角種は、給与するエサを穀物に頼らなくても、草で飼うことができる品種なのです。



子牛パドック：10月末日に離乳した子牛は翌春まで屋外パドックで粗飼料主体で飼う。



育成群：翌5月から10月までは再び牧草放牧地で終日放牧。

い飼養技術です。一方で、穀物由来の飼料を極力与えないで、ウシが利用できる草を主体として生産した牛肉があってもいいのではないか、という提示です。草でウシを飼えば、穀物で飼う場合に比べて成長させるのに時間がかかります。生の牧草を食べると脂肪の色が黄色くなり、日本の規格では格付けが下がります。放牧地で運動すると肉は硬くなりますし、こうした飼い方ではもちろん霜降りなどほとんど入りません。しかし、高級な霜降り黒毛和牛とは対極にある牛肉として、静内研究牧場の日本短角種は春から秋までは放牧のみ、放牧に出せない冬の間も、場内で収穫した牧乾草と飼料用トウモロコシのサイレージを中心に与え、冬季および肥育時に給与する濃厚飼料の量も、我が国で肉用牛に与えられている一般的な量の1/4～1/5程度にまで減らしています。

こうした特色ある飼い方で生産した静内研究牧場の日本短角種が、牛肉本来の旨味を味わうことのできるジューシーでヘルシーな牛肉として市民権を得られるよう、また日頃皆様の食卓に並んでいる畜産食品にも目を向けていただき、少しでも食について考えるきっかけとなってくれるよう、今後も教育研究に加え、普及にも力を入れていきたいと思っています。



肥育パドック：2夏目の放牧を終えた後、30カ月齢750kgを目標にして、穀物由来飼料は極力減らして肥育する。

(耕地圏ステーション 静内研究牧場 河合 正人)

Photo Gallery

※装飾品に歴史あり

地方施設にいきますと、いつからあったのかはわかりませんが、何かを感じさせる装飾品があったりします。今回は、その中より2点ほど、紹介いたします。説明はあえていたしません。じっくりご鑑賞ください。(無断転載禁止です)



【森林伐採に伴い放出された CO₂ を回収するために必要な時間】



写真1 伐採前の針広混交林 (2002/10)

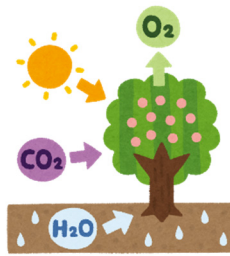


写真2 樹木の伐倒 (2003/1)

森林圏ステーション天塩研究林では、国立環境研究所地球環境研究センターと北海道電力株式会社総合研究所との三者共同研究として、森林の CO₂ 吸収量の観測を 2001 年に開始しました。この共同研究では、伐採や植林等の活動が森林の CO₂ 吸収量に与える影響を長期的に定量観測することを主な目的としています。森林伐採前より観測を開始して(写真 1)、その後、周囲約 14 ha の森林を 2003 年に伐採し(写真 2)、同年に 2 年生のカラマツ(グイマツ雑種 F1)を植林しました(写真 3、4)。高さ 30m の観測タワーをサイトの中心に建設して最上部に様々な観測機器を設置し、森林と上空大気との間でやり取りされる CO₂ 量を継続観測しています(写真 5)。今年この長期モニタリングのメモリアルな節目を迎えました。

伐採前の森林は、光合成量と呼吸量の年積算値がほぼ拮抗していたものの若干光合成量の方が多く、CO₂ の弱い吸収源でしたが、伐採した年には、伐採前の吸収量の 13 年分を 1 年で放出するほど大きな CO₂ の放出源となりました。伐採によって生産された木材は丸太として生態系の外に運ばれましたが、切り株や枝葉等はその場に残されていたため、これら伐採残滓や土壌炭素の分解、植物の呼吸による CO₂ の放出量が、林床植物や植栽木、天然更新した樹木の光合成量を大幅に上回ったためです。



写真3 関係者が集合した植樹式典 (2003/10)



写真4 ササを筋状に刈り払った列にカラマツを植栽 (2004/7)

CO₂ の放出量が吸収量を上回る年は 7 年間続きましたが、伐採後 8 年目(2010 年)にして、ようやく樹木や林床植物の光合成量が放出量を上回るようになりました。伐採後 7 年間の林床植物(ササ)の炭素の蓄積量は植栽木のその 15 倍以上にも及びました。ササの繁茂は植栽木の成長に対して弊害にはなるものの、この間の CO₂ 吸収には大きな貢献をしていました。



写真5 上空から撮影した観測サイトとタワー (2007/10)



写真6 最近の植林地－紅葉したカラマツ (2017/10)

年単位では吸収源となった植林地ですが、伐採後 18 年目の今年(2020 年)にようやく伐採直後 7 年間に放出した CO₂ を全て回収することができました(写真 6)。樹木の現存量は伐採前の 1 割程度にまでしか回復していませんが、年間の CO₂ 吸収量は 4~7 倍になっています。これまでの観測により、人間の活動は森林生態系の炭素循環にとっても大きな、かつ長期に渡る影響を与えていることが定量的に明らかにされました。丸太として生態系外に搬出された炭素も植林地の CO₂ 吸収により回収するとなるとさらに 10 年程の期間を必要とするでしょう。2015 年より国立環境研究所との二者の共同研究となりましたが、今後も引き続き多くの研究者に参画していただき、炭素に加えて様々な物質の循環特性と森林管理に対する応答を明らかにしていきたいと思っています。

(森林圏ステーション 天塩研究林 高木 健太郎)

新任教員紹介

黒田 実加(くろだ みか):水圏ステーション 七飯淡水実験所・特任助教

経歴: 北海道大学 大学院水産科学院(生物資源科学専攻)修了。博士(水産科学)。専門はハクジラ類の鳴音生成機構に関する機能形態学的研究。日本学術振興会特別研究員(DC2・PD)、北方生物圏フィールド科学センター学術研究員を経て、令和2年7月より現職。

はじめまして。文部科学省教育関係共同教育利用拠点の特任助教として七飯淡水実験所に着任いたしました、黒田実加と申します。

学部4年次より一貫して、小型ハクジラ類(イルカ)が環境認知のために出す超音波をつくるメカニズムについて研究してきました。イルカは頭部にある発音器官で100kHz以上にもなる超音波(クリックス)をつくり、反響定位による摂餌や環境認知を行っています。クリックスの周波数特性にはいくつかのタイプがあることが知られていますが、発音器官のどの部分で、どのようなメカニズムで周波数のタイプが決まるのかは未だ明らかにされていません。私は、発音器官を構成する軟組織の密度や音速を測ったり、通常オーディオ機器の性能評価に用いられる周波数応答測定をイルカの頭を丸ごと使って行ったりすることで、発音器官を構成する組織を音の媒質としてとらえ、周波数の特性を変化させるメカニズムを明らかにしようと試みてきました。

私が現在在籍している七飯淡水実験所は、緑に囲まれた自然豊かな施設です。カエルの声、ツツジの花、虫の声、紅葉など、季節の移ろいを感じ取ることができる環境にあふれています。これまで調査といえば漂着鯨類の解剖調査がほとんどで、海岸にしか行ったことがなかった私にとっては、実験所の環境の何もかもが新鮮です。ここでは応用発生工学実習(公開水産科学実習)をはじめとする様々な実習が展開されており、魚類発生工学の基礎から応用までを、実際に手を動かしながら学ぶことができます。9月には、学部3年生向けの増養殖実習のお手伝いをしました。私は海洋生物科学科卒なので、増殖系の実習は初めてでしたが、学生たちに交じってTAや先生の説明を横目で見つつ、マイクロピペットを握って精子凍結に挑戦してみました。学部時代に実習に参加した時のすごい!面白い!と思う気持ちが蘇ると同時に、この気持ちを、一人でも多くの学生が安心して味わえるようにしていきたいと思いました。

新型コロナウイルスの深刻な影響により、昨春・今夏の公開水産科学実習は中止を余儀なくされました。北海道は依然として予断を許さない状況であり、今後の実習についても慎重に検討していく必要があります。大学教育の現場におけるオンライン講義のノウハウそのものはこの1年でかなり蓄積されてきており、全国の研究者から貴重な講義がいつでも受けられるという魅力的な面も増えてきました。しかし、触感、におい、味、温度など、リモート講義ではどうしても得られない驚きがフィールド実習にはあります。特に公開水産科学実習は、水圏生物とそれを取り巻く環境を五感で味わえるよう、拠点の先生方が趣向を凝らされてきたものであり、対面で受講してこそその魅力が詰まっていると思います。少しでも早く、安心して実習ができる環境が戻ることを祈っています。

これからも、実習を安全に継続していくノウハウの開拓と蓄積を目指して努力していきたいと思います。今後とも、どうぞよろしくお願いいたします。



物性測定に用いるハナゴンドウの頭部の横断標本をつくる筆者。色々調べて、家畜解体用電動鋸が最適であるということに気づいた。



令和元年度にスタッフとして参加したバイオリギング実習での1コマ。魚にロガーを付け、大水槽に放流する直前の様子。

北方生物圏フィールド科学センターへの要望(?)

大学院理学研究院 小亀 一弘 (センター外運営委員)

私は、海藻類の分類学的研究をしており、生態観察・材料採集で、臨海実験所には学生の頃から大変お世話になっています。北海道では、忍路、室蘭、厚岸の臨海実験所を主に利用させていただいてきています。実験所を拠点に、採集、サンプル処理、宿泊ができることは、研究を行う中で大変重要なことです。北海道大学には、白尻にも水産実験所があり、北海道の各地に臨海実験所があることは、私の研究では大変恵まれた環境にあると感じています。忍路では、船外機付きのボートで観察場所の磯までよく送っていただいていた。冬の太平洋岸での磯採集では、夜に潮が引いているときに採集を行います。臨海実験所が無ければ、それはなかなか難しいことです。学生の時に室蘭で行った冬の夜の磯採集では、臨海実験所の先生に付き添っていただいたり、私が実験所に宿泊するときに宿直をしていただいたりして、大変お世話になりました。厚岸臨海実験所では、実習船を利用させていただき、大黒島での採集を行ったり、ドレッジによる採集をさせていただいていますが、このようなことも実験所がなければなかなかできません。私の研究、そして私の学生の研究も、採集品がなければ始まらないので、臨海実験所のサポートがあってこそその部分があります。



室蘭での臨海実習風景 (蓬莱門岩前、2019年5月20日)



厚岸臨海実験所からドレッジ採集へ向かう (2019年7月2日)

私が所属する理学部生物科学科(生物学専修分野)でも、センターの施設を利用させていただいています。室蘭と厚岸での臨海実習をはじめ、動物系統分類学実習と植物系統分類学実習では忍路臨海実験所を利用しています。研究林実習では苫小牧研究林を、基礎生物学実習、植物系統分類学実習、生態学実習では、植物園を利用しています。これだけ多くセンター施設を利用させていただいている学科は他に無いかもしれません。

フィールド施設を維持していくことが難しくなっている状況で、研究だけでなく、内外の学生への教育に積極的に取り組み、また、施設の利用者へのサポートもされているスタッフの方々には、全く頭が下がる思いです。フィールドでの教育・研究は北海道大学の特色とも言えると思っていますが、生物分野においては、それはセンタースタッフの努力によるところが大きいことは間違ありません。今後もセンターが発展することをもちろん望みますが、そのためには是非北海道大学全体でさらにバックアップしていただきたいものです。

編集後記

FSC ニュースレター第24号に原稿を執筆してくださった皆様に感謝いたします。2020年はコロナ禍の影響を受け、フィールドを活用した教育・研究にも様々な制約のある一年でありました。このニュースレターを通して森林、牧場、海洋の空気を感じて、少しでも明るい気持ちになっていただければと思っています。(CN)