卒業研究⑧　「佐渡島の河川におけるイワナの食性」

河川環境の保全を考えるにあたって重要な種となるのが、河川の食物網上位捕食者であるサケ科魚類である。佐渡島には主なサケが魚類としてイワナが生息している。佐渡島は他地域には生息している天敵となる生物が生息しないため、イワナにとって特有な環境である。このため本研究では、佐渡島のイワナが生息する河川環境とその周辺環境の関連性を明らかにするために、イワナの食性の解明を目的とした。

新潟県佐渡市佐渡島の外海府側の 5 河川にて調査を行った。河川の下流部から上流部を移動しながらイワナを捕獲した後に解剖し、胃内容の生物を目ごとに分類した。捕獲後、体長・体重・胃内容重量などを測定した。その結果、佐渡島のイワナは陸生昆虫が主要な餌資源であることが明らかになった。本州地域では主に利用されている水生昆虫は、佐渡島では通年利用の割合が低かった。体長別にみると、小さいほど水生昆虫を利用し、大きくなると高次捕食者を利用するという傾向がみられた。季節や植生の被度によっても食性が変化した。イワナは餌資源を受動的に捕食するため、餌資源がその環境に生息しているかどうかが重要であり、季節変化による餌資源の供給の変化が、そのまま食性の変化に繋がっている。佐渡島では、河川上の植生被度が高く、陸生昆虫の供給量が多いため、主に陸生昆虫を利用し、水生昆虫の利用割合は少なくなったと考えられる。また、カエルをはじめとした高次捕食者が多く利用されていることが佐渡島の特徴であった。佐渡島では天敵の影響が少なく、大型のイワナが多く生息する。イワナは体長が大きくなると口が大きくなり、物理的に捕食が困難であった高次捕食者を捕食できるようになると考えられる。このため佐渡島ではカエルなどの高次捕食者を多く利用していると考えられる。　（佐渡研究室　4 年　青木 大樹）

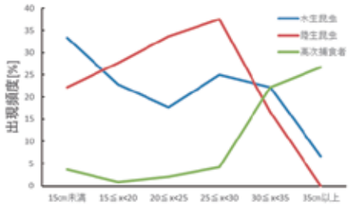

図1. 体長による食性の変化
各階級の水生昆虫、陸生昆虫、高次捕食者の出現頻度の変移を表す

シリーズ
佐渡の動植物⑥　サドガエル（*Glandirana susurra*）

サドガエルは佐渡島固有種で、2012 年に新種として認められました。地元では「お腹が黄色いツチガエル」として存在は認識されており、地域変異と考えられていました。しかし、1997 年新大の関谷國男氏が「黄色いツチガエル」の鳴き声を聞き、新種ではないかと疑いを持ちます。そして、遺伝子解析や交雑実験等によってツチガエルとは別種であることが実証されました。カエルの新種発見は南西諸島を除いて 22 年ぶりということで当時メディアにも取り上げられました。そのサドガエルが最近になってまた新聞に登場します。とても残念なことですが、2017 年環境省レッドリスト絶滅危惧 II 類に選定、翌年には絶滅危惧 IB 類に引き上げられたというニュースでした。

植物にしがみつくサドガエル

サドガエルの外見はツチガエルと似ていますが生息環境は異なっており、分布は例外を除いて重なっていません。サドガエルは水田やため池に生息しています。水田の個体は中干しの頃産卵し、幼生（オタマジャクシ）が孵化します。他の多くの種の幼生は孵化した年に上陸しますが、サドガエルは幼生のまま越冬することがあります。中干しで水が枯れると卵や幼生は干上がるか、運良く水路に排出されても水路に留まることが出来なければそのまま流されてしまいます。年中水が枯れず、落ち葉や土砂が溜まりやすい所で幼生は留まり越冬します。また、多くの成体が土水路や比較的浅いコンクリート水路で見つかります。脚に吸盤がないことから深い水路を登攀できないためと考えられています。成体も越冬には水場を必要とします。このように、サドガエルは近代的な水田の管理様式にとても脆弱です。さらに、外来種ウシガエルによる捕食が観察され、それらの分布拡大がサドガエルの脅威となっています。サドガエルは島の宝といっても過言ではないでしょう。未来永劫この愛らしいカエルが島民の身近な存在であり続けるよう積極的な保全が必要になっています。

夜間、水田畦畔上のサドガエル

（里山領域 / 朱鷺・自然再生学研究施設　准教授　岸本 圭子）

お知らせ

■公開実習

樹木生態学特論
－佐渡フィールドスタディー

2020年
6月8日(月)～11日(木)

佐渡島の様々なフィールドで樹木などの生態や生活史を比較観察するとともに、植物生態写真の撮影方法をプロの植物写真家の指導のもとに学びます。

申し込み締め切り
5/11(月)
参加者募集中!

対象：自然科学分野を専攻する大学院生　定員：15 名（先着順）

申し込み方法：佐渡演習林まで、メール（アドレス：sadoken2011@gmail.com）にてご連絡下さい。
件名を「樹木生態学特論　参加申し込み」とし、本文に氏名、性別、所属大学、学科、電話番号を明記して下さい。

参加費：10,000 円 / 人（実習中の食事、宿泊代込み）　実習初日に集金します。
佐渡島両津港までの交通費は各自負担でお願いします（実習費には含まれない）。

・本実習では、必ずデジタルカメラ（コンパクトが望ましい）を持参して下さい。
・過去の実習の様子や詳細情報は、佐渡演習林のホームページやブログでご確認下さい。

実習の募集や実施内容等は、ホームページ・ブログでも紹介しています!
↓QRコードからアクセス

ホームページ　**ブログ**

共同利用実習募集中!

佐渡演習林では、共同利用実習、調査・研究の受け入れを随時行っています。お気軽にご相談ください。

編集後記：　今年は暖冬で、全国的に雪が少なかったですね。演習林事務所の周辺でも、積雪したのは数えるほどの回数です。2月中ですら、陽が差して春のような陽気となることも。人間の生活面は楽で助かりましたが、動植物への影響が気になります。（特任助教　松倉君予）

新潟大学演習林ニュースレター
編集・発行：新潟大学 佐渡自然共生科学センター 演習林
〒952-2206 新潟県佐渡市小田94-2
tel: 0259-78-2613　fax: 0259-78-2929　e-mail: sadoken2011@gmail.com
ホームページ　http://www.agr.niigata-u.ac.jp/fc/sado_html/sado_index.html

リサイクル適性Ⓐ
この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

NHKの取材で屋久島に伝説の巨大杉を探しに…
1月末にはBSテレビで放映されました!

2月末の演習林の尾根付近は暖冬といえども1mほどの積雪、雪のブロックで防風壁を作り寒さをしのいでいるようです

こちらもNHKの別番組で、演習林の杉の巨木が紹介されるようです（←テントは撮影班の手伝いをした学生達でした）

新潟大学演習林ニュースレター
Niigata University Forest Newsletter

新潟大学 佐渡自然共生科学センター 演習林

第１６号　2020年 3月

2019年度 佐渡自然共生科学センター学生発表会の報告

2020 年 2 月 22 日（土）、臨海実験所で本センター 3 施設に所属する学生の合同研究発表会が行われました。発表者は農学部 4 年生 5 名、理学部 4 年生 2 名、自然科学研究科の大学院生 6 名（計 13 名）です。さらに今回はテレビ会議システムを使用した五十嵐キャンパスとのサテライト中継も試み、佐渡に来島できない学生も聴講可能となりました。佐渡島内の教職員や学生の他に翌令和 2 年度から本センターの各施設に所属する 3 年生ら 13 名も加わり、総勢 38 名が参加する活気あふれる発表会となりました。

発表会は大盛況!左端のモニターには五十嵐キャンパスとの中継の様子も映っています

学生たちは研究生活の総決算としてわかりやすくデータをまとめた発表を行い、質疑でも丁寧に対応する姿が印象的でした。以下では、演習林の佐渡研究室に所属する農学部 4 年生 8 名の研究について、詳しく紹介していきます。　（特任助教　松倉 君予）

演習林でも、お世話になった職員の方々に感謝を込めて発表会が行われました

特集
2019年度 佐渡研究室所属学生の卒業研究紹介

卒業研究①　「里山の河川水を通じた窒素循環」

先行研究で里山から里山外への河川水を通じての窒素の流出は農地を経ることで大きく増加することが示唆されていたが、そこでは農地に通水期間中一定の窒素があると考え窒素流出量を算出していた。しかし農地の持ち込まれる窒素分のほとんどが元肥として春先に投入されるものであり、そのほとんどは投入後一週間のうちに流出する（図 1）。よって里山流域全体で農地が 10 分の 1 程度しかない里山においても季節によって窒素流出には変動があると考え、調査を行った。

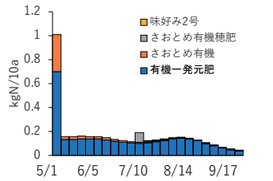

図1. 1週間ごとの岩首農地の肥料の溶出シミュレーション
JA佐渡提供の溶出量データより算出した

本研究では元肥期、分げつ期、追肥期、収穫期にそれぞれ河川の流量と窒素濃度を 4 時間おきに調査し、そこから分析した流量と窒素濃度でその関係式を作り、営農期間での窒素流出変動を明らかにした。結果、窒素負荷量は時期により図 2 のように変動していることが明らかになった。春の元肥が投入され人の手が多く入る時期は窒素流出が夏や秋に比べてかなり大きく、今後里山の窒素負荷量を算出する際にはこの時期は他の時期と別の関係式を作成し、算出する必要があることが示唆された。また、稲は移植期から幼穂形成期にかけて窒素吸収量が低く、出穂期に急増するため、肥料の中に含まれる窒素の多くが稲に吸収される前に農地から河川に流出している。よって元肥を減量し、追肥を増量するなどの施肥方法の検討が必要であり、改善により収量の増加・肥料費の削減・環境への窒素汚染の抑制が期待できることが考えられた。

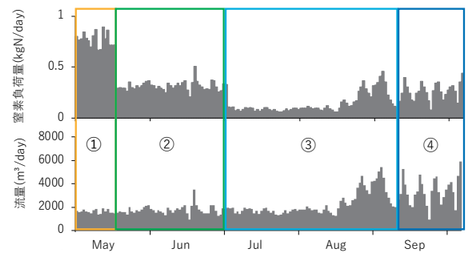

図2. 農地下流の流量と窒素負荷量
元肥期、分げつ期、追肥期、収穫期の関係式をそれぞれ①橙色枠(4月29日~5月15日)、②緑色枠(5月16日~6月30日)、③水色枠(7月1日~9月10日)、④青色枠(9月11日~10月6日)の流量に外挿した

本研究は岩首昇竜棚田で有名な岩首地域にて行わせていただいたが、集落の方々は見ず知らずの私にも優しく接してくださり、調査地の提供だけでなく棚田上部まで軽トラックの荷台に乗せて送ってくれるなど、本当にお世話になった。調査の空き時間でも佐渡の歴史や文化について教えてくださり、佐渡、岩首、そしてそこで生活をしている方々が本当に好きになった。地元東北に就職するが、この研究で得た経験と恩は生涯の宝である。

（佐渡研究室　4 年　宍戸 勇）

卒業研究②　「クロサンショウウオ幼生の大顎化に応じたヤマアカガエル幼生の誘導防御」

生物が環境条件に応じてその表現型を変化させる能力を表現型可塑性という。表現型可塑性を持つ生物として、北海道に生息するエゾサンショウウオの誘導攻撃と、それに対するエゾアカガエルの誘導防御の例が知られている。本研究では本州種であるヤマアカガエルとクロサンショウウオを用いて、①ヤマアカガエル幼生もクロサンショウウオ幼生存在下で誘導防御を示すのか、②大顎化クロサンショウウオ幼生、普通クロサンショウウオ幼生、捕食者無しの異なる 3 つの環境下で飼育したヤマアカガエル幼生の誘導防御に差があるのか、③卵塊間でヤマアカガエル幼生における誘導防御の発現率や発現量は異なるのか、の 3 点の検証を行った。

2019 年に新潟県佐渡市大佐渡地域および小佐渡地域、本州の新潟県十日町市の 3 つの地域でヤマアカガエルの卵塊採取を行い、孵化後 14 日経過した幼生 (体長 10mm 程度) を実験に用いた。その後、ヤマアカガエル幼生 50 匹を、大顎化したクロサンショウウオ幼生 1 匹、通常のクロサンショウウオ幼生 1 匹、捕食者無し (コントロール) の異なる 3 つの飼育環境で 7 日間飼育する実験を、卵塊ごとに水槽を分けて行った。実験の結果、ヤマアカガエル幼生は大顎化クロサンショウウオ幼生の捕食行動に対し、頭高を高くする誘導防御反応を示した (図 1)。しかし、普通クロサンショウウオ幼生は捕食行動を示さなかったため、ヤマアカガエル幼生の頭高はコントロールとの差はみられなかった (図 1)。また、ヤマアカガエル幼生の誘導防御発現率・発現量は、地域間ではなく卵塊間の差が示された。エゾアカガエルでは同種内でも遺伝子集団の違いにより誘導防御の発現に差があることが明らかになっている。本研究でも遺伝的要因、または生息環境や母性効果による影響で卵塊間に差が生じたのではないかと考えられる。

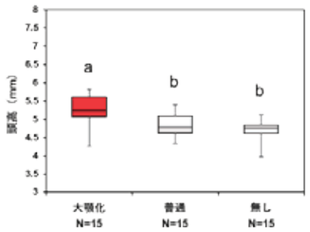

図1. 異なる3つの環境下でのオタマジャクシの頭高の比較

(佐渡研究室　4 年　後藤 俊矢)

卒業研究③　「ヤマアカガエル幼生の捕食と同種間共食いに応じたクロサンショウウオ幼生の大顎化の比較

環境の変化に応じて表現型を変化させていく能力を表現型可塑性と呼び、表現型可塑性に関する研究は進化学的に重要なテーマとなっている。その一つとして、北海道のエゾサンショウウオはエゾアカガエル幼生がいる環境で育つ、またエゾサンショウウオ同士の共食いが起こる環境で、誘導攻撃として顎の大顎化を発現することが明らかになっている。しかし、これがエゾサンショウウオという種固有の性質なのか、他種に共通するものなのかは明らかでない。そこで本研究では、本州や佐渡島に生息するクロサンショウウオの大顎化発現の有無を実験下で検証した。

実験は、佐渡島と福島県只見町で採取したクロサンショウウオの卵嚢から孵化した個体を使用した。まず孵化した個体を 1 匹、5 匹、20 匹と密度を変えて水槽に入れ飼育し、3 週間後の体長、顎幅を測定した。次に大顎化したクロサンショウウオとヤマアカガエル幼生を 1：50 の割合で水槽に入れ、2 週間後のクロサンショウウオの体長、顎化を計測した。クロサンショウウオのみの飼育実験後、水槽内の個体数の減少や大顎の定義を満たす個体の出現が起こったことから、サンショウウオの共食い並びに大顎化の発現が明らかとなった。また大顎化個体の出現は 20 匹水槽のみであったため、大顎化出現は密度依存することも明らかとなった。ヤマアカガエル幼生との実験では、クロサンショウウオは実験前より実験後で体長、顎幅どちらも大きくなったため、他種捕食により大顎化が加速したことが明らかとなった。

図1. 卵嚢採取の様子

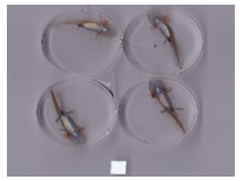
図2. 測定前のクロサンショウウオ幼生

佐渡島は自然が豊かで、卒業論文で行き詰ったときに見た海のきれいさは素晴らしいものがあった。大変だったことが多かったが、この経験はこの先もきっと役立つものになると思う。研究にご協力いただいた新潟大学佐渡自然共生科学センター演習林の崎尾均教授、本間航介准教授、松倉君予特任助教、演習林技術職員・事務職員の皆様に厚く御礼申し上げる。

(佐渡研究室　4 年　清水 宏一郎)

卒業研究④　「ユキツバキとヤブツバキの交雑履歴が、どのように花形質多型に影響するのか」

日本にはヤブツバキとユキツバキの 2 種のツバキ節が自生しており、この 2 種の分布境界ではユキバタツバキという多様な花形質の個体が多く生育する。それらは地元の保全の対象になっており、成立由来を知ることが期待されているが、形質多型がどのような歴史的背景により成立したのかは明らかになっていない。このため本研究では、ユキバタツバキの花形質に交雑履歴がどのように影響しているのかを目的とした。

花形態の分析には、ユキバタツバキの分布地といわれる岐阜県郡上市大和町大間見と滋賀県長浜市山門水源、ユキツバキ型形質だが交雑履歴のある滋賀県長浜市余呉町椿坂、新潟県佐渡市国見山の計 4 地点で採取したサンプルを用いた。ユキツバキおよびヤブツバキの花形質は三浦ら未発表データを用いた。核 EST-SSR10 座及び葉緑体 SSR8 座を用いて遺伝子型を決定した。得られたデータは、核は Structure2.3.4、葉緑体は BAPS6.0 を用いて遺伝的構造解析を行った。その結果、核の遺伝的構造については、ユキバタツバキがヤブツバキ由来、ユキツバキ型交雑帯がヤブツバキとユキツバキ由来だった。核は鳥による花粉媒介により、頻繁に遺伝子流動が起こっているためと予測された。葉緑体の遺伝的構造は、ユキバタツバキはヤブツバキ由来、ユキツバキ型交雑帯はユキツバキ由来だった。げっ歯類による限られた種子散布のため、分布変遷の種特性が表れやすく、これらの遺伝的構造はそれぞれの母集団の種を示していると考えられた。また同時に遺伝解析した台湾のヤブツバキと中国の Camellia chekiangoleosa を比較した結果、ユキツバキはヤブツバキから種分化したのではなく、大陸から別々に移入したと考えられた。

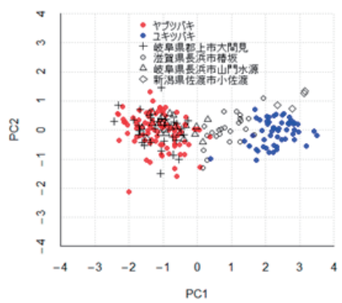

図1. 花糸長とめしべ長と合着率との関係

(佐渡研究室　4 年　蓑和 冴文)

卒業研究⑤　「ハリエンジュとヤナギ類の分布に及ぼす河川環境と生理生態的要因」

荒廃地緑化などのために導入された外来種ハリエンジュは分布を拡大し、河川域において自然の河畔林の群落構造や、景観、生物多様性に大きな影響を与えている。しかし、福島県只見町伊南川では上流域にハリエンジュが導入され、中流域の河畔林まで分布を拡大しているものの、下流域ではハリエンジュの林分の形成は確認できず、シロヤナギとユビソヤナギが優占する自然の河畔林が維持されている。本研究では、1) ハリエンジュ母樹の流域分布、2) 各樹種の実生の分布と増水後の生残、3) 各樹種の耐水性の 3 項目を明らかにすることによって、伊南川におけるハリエンジュとヤナギ類の分布特性を考察した。その結果、1) 伊南川におけるハリエンジュの母樹は中流域の中洲・河畔に集中していること (図 1)、2) 上流域からハリエンジュの種子が下流域まで流水散布され、一部は発芽・定着しているが、台風などの洪水によって数年に一回、樹高 2m までの幼樹が流出すること、一方ヤナギ類は樹高 1m 以下の稚樹も生残すること (図 2)、3) 冠水や滞水による水ストレスはヤナギ類よりハリエンジュの方が高く、ハリエンジュは地上部・地下部の成長に影響を強く受けることが示された。以上より、伊南川におけるハリエンジュの分布は河川の水環境と攪乱体制に影響されており、下流域において自然河川の動態がハリエンジュの更新を抑制し、ヤナギ類の優占する自然林が維持されていると考えられる。

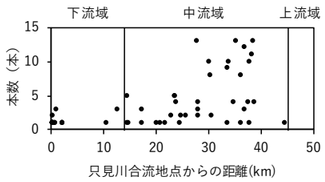

図1. 中洲・河畔におけるハリエンジュ母樹の分布

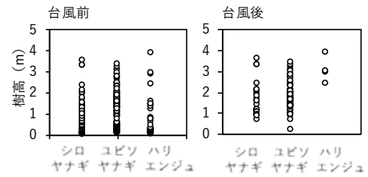

図2. ハリエンジュとヤナギ類の個体数と平均実生高の変化

大学生活の中で卒論研究には最も打ち込み、多くの人に支えられてやり遂げることができた。卒論を通して学んだ知識や技能、考え方を活かし、今後も日々邁進していきたい。

(佐渡研究室　4 年　平山 こころ)

卒業研究⑥　「ブナ林構成樹種4種の萌芽再生能力と潜伏芽貯蔵様式の関係」

樹木から二次的に発生する枝を萌芽と呼ぶ。樹木の萌芽は潜伏芽や不定芽から発生すると考えられており、多くの広葉樹では潜伏芽から萌芽すると言われている。樹木の萌芽再生能力が潜伏芽の視点から研究された事例は 5 例しかなくほとんど分かっていない。近年では X 線 CT 技術の発達により潜伏芽の内部構造の観察・計測を容易に行うことができるようになった。そこで本研究では、ブナ林主要構成種 4 種 (ハリギリ、ホオノキ、ブナ、アカイタヤ) の潜伏芽貯蔵様式の多様性を示すことを目的とし、潜伏芽数の部位ごとの違いや時系列ごとの推移を調査した。

4 樹種 8 個体の主根と高さ 0 ～ 5m の部位を対象とし、目視で潜伏芽をカウントした。また小径木の外形 24cm の部位の計 22 サンプルを X 線 CT により樹木内部の潜伏芽の痕跡 (bud trace) の計測を行った。ハリギリは 1 個体あたりの潜伏芽数が 10 個と全体的に少なく経年により減少する傾向がみられ、萌芽再生力は乏しいと推測された。ホオノキは 1 個体あたりの潜伏芽数が 200 個と特に地際部に多く経年により減少する傾向がみられ、特に地際部からの萌芽再生力が大きいと推測された。ブナは 1 個体あたりの潜伏芽数が 71 個と特に地際部に少なく経年により維持される傾向がみられ、特に地際部からの萌芽再生力が乏しいと推測された。アカイタヤは 1 個体あたりの潜伏芽数が 405 個と全体的に多く経年により維持される傾向がみられ、地下部を除くどの部位も萌芽再生力が大きいと推測された。ブナの地際には潜伏芽がほとんどみられないが、実際の多雪地環境におけるブナはホオノキ、アカイタヤよりも優占度が高いため、この要因には地際からの萌芽以外の要素が関係していると考えられた。

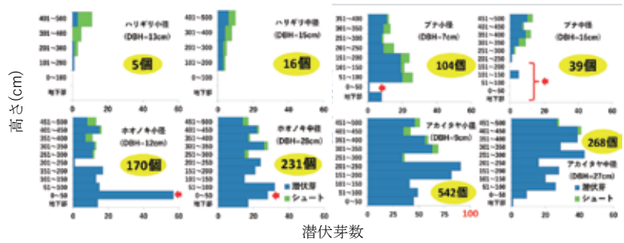

図1. 4樹種8個体の部位ごとの潜伏芽数

(佐渡研究室　4 年　宮原 直也)

卒業研究⑦　「渓畔林構成樹種の種子生産の長期動態とメカニズム」

渓畔林構成樹種の 24 年間 (1995~2018 年) の長期観測種子生産データを用いて、(1) シオジ、サワグルミ、カツラの種子生産パターン、(2) 種子生産の年変動に及ぼす貯蔵資源や気象による影響を解析し、豊凶について調査した。シオジは 2 年周期のはっきりとした豊凶がみられ、サワグルミは中程度の種子生産が何年も続き、まれに極端な豊凶年が訪れる特徴がみられた。カツラは大きな年変動がみられたが、毎年ある程度の種子生産を行っている特徴がみられ、周期は 4 年と検出された。3 種は当年の種子生産数 (階差) と 1 年前の種子生産数 (階差) に有意な負の相関があり、種子生産数は 1 年前の繁殖への資源配分が影響していることが強く示唆され、蓄えた資源を豊作年に投資していると考えられる。シオジは特に強い負の相関があったことから、シオジの種子生産数の変動は貯蔵資源の変動にほぼ依存していて、豊凶が引き起こされると考えられる。

サワグルミの種子生産数は開花前年 6 月の降水量と 7 月の気温に有意な正の相関がみられ、重回帰分析では前年の種子生産数と開花前年 7 月の平均気温を組み合わせたモデルが選択された。カツラは 6 月の平均気温や最低気温で有意な正の相関がみられた。重回帰分析では前年の種子生産数と開花前年 6 月の平均気温を組み合わせたモデルが選択されたことから、サワグルミとカツラの豊凶は貯蔵資源と気象条件が複合的に作用していることが示唆された。

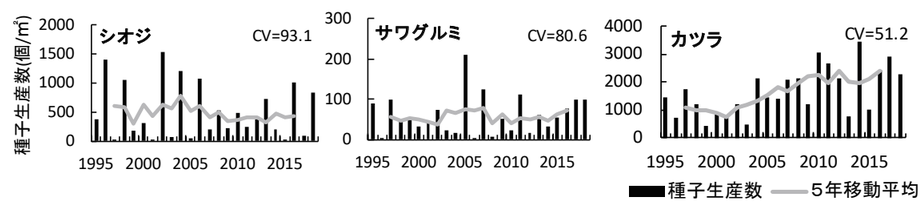

図1. 種子生産数の年次変動

(佐渡研究室　4 年　今 あゆみ)