# 科学研究費助成事業 研究成果報告書



平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号: 24403

研究種目: 基盤研究(C)(一般)

研究期間: 2011~2015

課題番号: 23580024

研究課題名(和文)アブラナ属作物における逸出・雑草化メカニズムの解明

研究課題名(英文)Biological and ecological mechanisms for ferality in Brassica species

## 研究代表者

中山 祐一郎(NAKAYAMA, Yuichiro)

大阪府立大学・生命環境科学研究科(系)・准教授

研究者番号:50322368

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 4,100,000円

研究成果の概要(和文): アブラナ属植物の河川における分布を、西日本の45の一級水系について調査したところ、ほとんどの河川において生育が認められたが、分布の密度や種構成は河川によって異なっていた。大阪府の大和川では、アブラナ属のカラシナが堤防法面と中水敷に生育していた。外来植物を除去する実験の結果から、カラシナは、堤防法面では秋の草刈後に出来た裸地にすばやく侵入して優占しているが、中水敷では在来種を競争によって排除して優占していると考えられた。また、野生系統と栽培系統との比較栽培実験の結果から、アブラナ属植物は、競争環境と攪乱環境で有利に働く性質をあわせもつことによって、河川の様々な環境で生育が可能であると考えられた。

研究成果の概要(英文): The composition of Brassica species was different on 45 class A rivers in western Japan. In the Yamatogawa River, B. juncea was found on bank slopes and river beds. As the results of removal of alien plants including B. juncea, native plants did not increase on bank slopes in spring. On river beds, however, removal of the alien plants resulted in an increase of native plants in spring. Weedy types of Brassica species had higher seed dormancy and larger plant size than cultivated varieties.

研究分野:雑草生物学

キーワード: アブラナ属 作物雑草化 DNAマーカー 植生動態 分布 外来種

#### 1.研究開始当初の背景

作物として栽培される植物には、栽培地から逸出し、半自然・自然環境の非農耕地生態系に侵入して雑草化し、生物多様性や人間活動へ大きな影響を及ぼす「侵略的外来種」となるものがある。そのため、新規作物の導入にあたっては、逸出・雑草化の可能性を栽培前に評価する必要がある。

アブラナ属 (Brassica) の作物は、大規模に栽培すると容易に逸出し、雑草研究 55 別に栽培すると容易に逸出し、雑草研究 55 別の 3 等 。一般に、作物が栽培地から逸出たまり、作物が栽培地から逸出たまで生育して雑草化するとが重要である。 しかしているとが重要である。 コムギなどは、ダイズやイネ、、種子の脱粒性を大いている。このような円ブラ電性の進んだ作物と同様に、種子のアブラは性を大いている。このような内で物の逸出・雑草化」と「雑草化」とのアブラーはがのの、非雑草性」と「雑草化」とのアブラーはがある。とを示唆している。このメカニズムで物の逸出・雑草化に未知のメカニズムでもいることを示唆している。このメカニズを明らかにしなければ、今後も新たなうたりないまう危険性がある。

アブラナ属作物は、遺伝子組換え(GM)ナタネの野生化問題と関連して、社会的関心の高い植物でもある。GMナタネの輸入量が増えるとともに、景観・緑肥植物やバイオ燃料の原料として転換畑や河川敷を利用してセイヨウナタネ等の栽培を拡大する動きがあることを考えれば、アブラナ属作物の逸出・雑草化メカニズムの解明と、それに基づく逸出・雑草化の予防は急務である。

アブラナ属作物の逸出・雑草化に関連して、日本では「GM ナタネの'こぼれ種'による野生化」と「機械化ナタネ栽培における'落ち種'による自生」という2つの面から独立に研究されている。しかし、これらの研究は、「輸入港周辺の路傍における GM ナタネの定着可能性の評価」と「圃場内での耕種的雑草化防止」という特定の場所における影響の監視や防止を目的としており、「なぜ雑草化しやすいか?どうすればそれを予防できるのか?」といった、雑草学におけるより一般的な課題の根本的解決につながる科学的知見を得る設計にはなっていない。

このような問題が生じた背景には、アブラナ属植物に固有の原因もある。アブラナ属作物は河川敷等の非農耕地に大群落を作る傾向がある(松尾、2007、農林水産技術研究ジャーナル、30、17-21)が、それぞれの種や品種は形態的特徴が互いによく似ているため、「どのような種や品種がどこで雑草化しているのか?」という雑草化の実態が把握されておらず、路傍へのGMナタネの「こぼれ種」や圃場内での「落ち種」等の自生原因が明確な現象しか扱えなかったのである。

この問題に対し、「近年品種登録され栽培の始まった新しいアプラナ属作物品種を対象にして、自生個体を DNA マーカーで正確に識別できれば、当該品種の逸出・雑草化の

実態が調査できる」と着想した。さらに、その品種が有する形質を栽培個体と雑草化した個体との間で詳細に比較検討することによって、「栽培地からの逸出・雑草化のメカニズムが解明できる」と期待された。

#### 2.研究の目的

本研究では、「アブラナ属作物の逸出・雑草化のメカニズムを解明する」ために、以下の課題に取り組む:

(1) アブラナ属作物の逸出・雑草化の実態:最近になって栽培が始まったアブラナ属作物の品種を対象に、品種を区別する DNA マーカーを開発した上で、各品種の非農耕地における地理的・生態的分布と生物多様性や人間活動へ及ぼす影響(侵略性)を調査することによって、「どのような品種が、どの程度逸出し、雑草化によりどのような影響が生じているか」を明らかにする。

(2) アブラナ属作物の逸出・雑草化に関わる 形質:アブラナ属作物の栽培品種と、1)で 検出された雑草系統の諸形質を比較するこ とによって、「逸出・雑草化をもたらす植物 の形質は何であるか」を特定する。

(3)以上を総合して、「どのような形質が、どのような環境条件の下で、雑草化を引き起こすのか?」について考察し、新規導入作物の逸出・雑草化の予防策を提案する。

以上が、本研究課題の申請時における当初の研究目的であるが、研究を進めて行く中で、アプラナ属植物が広範囲に生育する河川において、アブラナ属植物を含む外来植物の優占をもたらす環境要因の解明へ、焦点を移して行った。

## 3. 研究の方法

(1) アブラナ属植物の逸出・雑草化の実態

種と品種を識別する DNA マーカーの開発: 公開されているアブラナ属植物のゲノム情報を検索してスクリーニングし、その変異を PCR-RFLP 法や SNPs 法で検出するプライマー セット (DNA マーカー)を開発して、自生しているアブラナ属植物の種と品種を同定するツールとした。

河川におけるアブラナ属植物の分布:日本全国を対象にアブラナ属植物の分布調査を行うために、まず主要な標本館に所蔵されているアブラナ属作物のさく葉標本を閲覧系にもと地の情報を得た。その結果、一級環境を得た。その結果、生育環外のでは、生育地では、生育地では、生育が関係では、生育が変にするとができるとができるとができるとに河口からおよそ5~15kmのではよるが、人にでは、一次のは、一次のでは、一次では、一次のでは、一次では、一次のでは、一次のでは、一次ので

同定した。

(2)アブラナ属植物の雑草化のメカニズム アブラナ属が逸出・自生している主要な生育 地である河川の中から大和川水系を選定し、 アブラナ属植物を含む植生の動態を調査し た。調査方法には、従来から用いられている コドラート法と目視による群落測度の記録 にかわり、より客観的・正確で経時変化のモ ニタリングに適したラインポイント法を採 用した。さらに同河川において、アブラナ属 植物を含む外来植物を除去した実験区と無 処理区を設置して植生の動態を 2 年間モニタ リングして、外来植物が河川において優占す るメカニズムを考察する。さらに、アブラナ 属作物の逸出・雑草化に関わる形質を明らか にするために、栽培されている個体(栽培) 系統と雑草化した個体(雑草系統)を同一条 件下で栽培し、生活史やシードバンク形成に かかわる諸形質を系統間で比較した。

## 4. 研究成果

# (1) アブラナ属作物の逸出・雑草化の実態

種と品種を識別する DNA マーカーの開発: アブラナ属の 4 種 43 品種を収集して、葉緑体ゲノムの 4 領域について塩基配列変異ラライマーセットを作成した。また、核の B ゲカムの 存在を確認できる DNA マー合いによって、4 種を識別できるよった。一方、品種を含む種内の識別用化は、アラーについては、アブラナ属の進化と、カーについては、アブラナ属の進化と、関雑であり雑種を容易に作ることにより、した品種に加えて逸出個体を活用とにより、開発を保留した。

河川におけるアブラナ属植物の分布:全国 の 109 の一級水系のうち、主に西日本の 45 水系について調査した。ほとんどの河川にお いて、河口からおよそ 5~15km の間の連続す る 5km の範囲にアブラナ属植物が生育してい たが、分布の密度は河川によって異なってい た。また、種構成も河川によって異なり、例 えば近畿地方では、大阪府の周辺にはカラシ ナの割合が高く、遠くになるにつれてアブラ ナまたはセイヨウアブラナの割合が高くな る傾向がみとめられた (図 1)。これにより、 西日本の一級水系におけるアブラナ属の分 布はほぼ明らかとなった。一方、東日本と北 日本においては、2011年3月に発生した東日 本大震災の影響もあり調査を延期したこと などにより未調査の水系が多いが、これは本 研究課題の発展として平成 27 年度に新規採 択された補助金で実施することとした。なお、 野外調査では、アブラナ属植物の他に、緑肥 作物や緑化用植物として導入されたり、それ ら有用植物の導入に伴い非意図的に侵入し たりして、その後に逸出・定着したと考えら

れるナヨクサフジ、シロツメクサ、ムラサキ ツメクサ、オオアワガエリ、外来アサガオ類 等の分布情報も得ることができた。

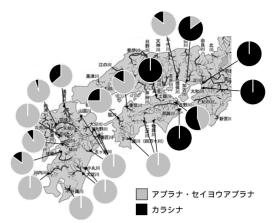


図1. 西日本の一級水系 (一部) におけるアブラナ属の分布 水系図の出典: 国土交通省ホームページ(http://www.mlit.go.jp/river/)

(2)アブラナ属植物の雑草化のメカニズム 大和川下流域 (新大和川)右岸の3地点にお いて、外来植物を含む植生を 2011 年 3 月~ 2012年5月にラインポイント法で調査した。 外来植物の割合(帰化率)は45.7%と高く、 植物量の指標である乗算優占度で見たとき の外来植物の割合(占有率)は年平均で 74.6%であった。どの地点や区域でも 4~6 月はネズミムギが優占し、その後は 10 月ま でセイバンモロコシが優占した。新大和川の 堤防や河川敷の管理用通路周辺の草刈りは、 現在では年に2回であるが、2010年までは、 年に3回であったことから、外来種が優占す るようになったのには、草刈りの頻度と時期 が変わったことが関係していると考えられ た。4~6月には、アブラナ属であるカラシナ の優占度が堤防法面や中水敷で高くなる地 点があった。堤防法面の個体は中水敷よりも 小さく開花時期が早かった。これは、堤防法 面では晩秋と春の草刈りの間に生活環を完 結させる必要があるのに対し、中水敷では秋 雨による増水後から梅雨の増水までのより 長い生育期間をもてることによると考えら れた。一方、地点によるカラシナの優占度の 違いは攪乱という観点からは説明できず、土 壌養分などの環境要因からの検討が必要と 考えられた。

新大和川では、外来植物が優占する一方で 多数の在来種も生育していた。そこで、2012 年6月に外来植物を除去する実験区と無処理 区を設置して、植生の動態を 2014 年 10 月まで調査することによって、外来種が優占する メカニズムを考察した。堤防法面では対する メカニズムを考察した。堤防法去区が対撃 種の占有率は 2014 年 10 月に除去区が対撃~ をに優占するセイバンモロコシなどのったの 優占すると考えられた。一方、冬季からを をに優占するネズミムギやアブラナ属のの 優占度が高くならなかったことから、これら の外来種は、在来種を競争排除しているのではなく、秋の草刈後に出来た裸地にすばやく 侵入して優占していると考えられた。

中水敷では、外来種を除去しても夏季から 秋季の帰化率が変化しなかっただけでなく、 外来種の占有率も変化せず、95%前後の非常 に高い値を示した。しかし、優占する外来 は、年によって異なった。このことからよい ないら秋にかけての中水敷では、増水によって 生じる裸地に新たに侵入した外来種が優かよると考えられた。一方、中水敷でも冬一年 すると考えられた。一方、中水敷でも冬年 すると考えられた。一方、中水敷でも を主体とした在来種の優占度が高くなり、 照区ではネズミムギやカラシナなどの外来 種の優占度が高かったことから、これらの外 来種は、在来種を競争によって排除して していると考えられた。

以上のことから、アブラナ属のカラシナは、 春季の堤防法面にも中水敷にも生育するが、 優占するメカニズムは生育環境によってライスムは生育環境によってラースムは生育環境によってラースを 属の野生系統と栽培系統を比較栽培して、質力では、 者察した。古くから野生化が知られてい質を 者際した。古くから野生化が知られていたの系統では、 和川と筑後川の系統では、栽培系統に比は、 2m近くにもなる大きな植物体をもち、といして 2m近くにもなる大きな植物体をもちるといるアブラナ属の植物は、競争環境と攪乱に 境で有利に働く性質をあわせもつ、時に 境で有利に働く性質をあわせもって、 方であると考えられた。

# 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に は下線)

#### 〔雑誌論文〕(計1件)

保田謙太郎、石川県から青森県までの日本海沿岸地域における帰化アサガオ類(*Ipomoea* spp.)の分布、雑草研究、査読有、57、2012年、123-126.

# [学会発表](計6件)

中山祐一郎、都市河川における望ましい植生とは-堤防に咲く"菜の花"から考える-、緑地雑草科学講演会(招待講演) 2016 年 3 月 21 日、兵庫県民会館(兵庫県神戸市).

中山祐一郎、生物多様性と人の営み 堤防の菜の花をみて考える 、堺市・大阪府立大学産学官連携人材育成事業 連続セミナー:持続可能な現代社会の創造に向けて、2014年5月17日、大阪府立大学 I-site なんば(大阪府大阪市)

田中孝・<u>中山祐一郎・保田謙太郎</u>・植村修二、新大和川の河川敷における外来植物の植生動態、日本雑草学会第 52 回大会、2013 年 4 月 14 日、京都大学(京都府京都市)

<u>中山祐一郎</u>、雑草は山に登って何をする?、 石川県教育研究会高校生物部会研修会(招待 講演 ) 2012 年 11 月 22 日、石川ハイテク交 流センター(石川県能美市)

保田謙太郎、北九州地域の農耕地周辺における帰化アサガオ類とマメ科野生資源植物との競合、日本雑草学会第 51 回大会、2012年4月4日、つくば農林ホール(茨城県筑波市).

藤並理紗·鳥居美宏·<u>中山祐一郎</u>·石井実、Relationship between forest environment and invasion of alien species in Satoyama coppices in Osaka Prefecture、 Central Japan.、Joint Meeting of The 59th Annual Meeting of ESJ and The 5th EAFES International Congress、2012年3月19日、龍谷大学(京都府京都市)

#### 〔その他〕

# ホームページ等

堺市・大阪府立大学連携「連続セミナー 持続可能な現代社会の創造に向けて 」第1回を開催(http://www.osakafu-u.ac.jp/news/2014/nws20140529.html)

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

中山 祐一郎 (NAKAYAMA、 Yuichiro) 大阪府立大学・生命環境科学研究科・准教 授

研究者番号:50322368

## (2)研究分担者

保田 謙太郎(Yasuda、 Kentaro) 秋田県立大学・生物資源科学部・准教授 研究者番号:00549032