

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：12702

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25850009

研究課題名(和文) 古代と中世における農耕地雑草の多様性変化と人間活動の関係

研究課題名(英文) Changes in species diversity of rice paddy weeds during the ancient and medieval times

研究代表者

那須 浩郎 (Nasu, Hiroo)

総合研究大学院大学・その他の研究科・助教

研究者番号：60390704

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：縄文時代から現代までの水田雑草の多様性変化を、遺跡から出土する雑草種子から直接復元し、シャノンの多様度指数と個体数-種数累積曲線により評価した。その結果、古代から水田雑草の多様性が増加し、中世で最も高くなることを明らかにした。この時期の条里制水田や田植法などの農法の普及、有機肥料の導入などの中規模攪乱が多様性を最大にしたと考えられる。その後、近世から多様性が減少し、昭和期に激減したが、これは農薬の使用だけでなく、乾田化による水位の低下が大きく影響していた。ところが、平成の無農薬で営まれている谷戸田では、多様性が近世レベルまで回復していることも明らかになった。

研究成果の概要(英文)：This study examines how the flora and species diversity of rice paddy weeds have changed on the basis of differences in rice paddy management over time. We used Shannon diversity index and rarefaction curve to estimate the past weed diversity detected from archaeological weed remains. The results indicate that the weed diversity increased from Ancient period and the highest diversity was recorded at Medieval times. The new methods of paddy field management introduced from these periods probably caused the intermediate-disturbance. From the Edo period, the weed diversity decreased gradually, and it is decreased drastically from Showa period. Not only use of agricultural chemical but also the decreasing of water table is main cause of the decrease of weed diversity. The weed diversity, however, re-increasing in the small-valley paddyfield without use agricultural chemical in the Heisei period.

研究分野：考古植物学

キーワード：雑草 多様性 水田 埋土種子 遺跡 古代 中世 中規模攪乱

## 1. 研究開始当初の背景

生物多様性の保全に関する研究は、今や純粹な学問的興味にとどまらず、広く社会一般からの切実な要請がある課題である。特に、農地の生物多様性は、この1世紀の間に著しく低下したとされ、その保全が急務とされている。しかし、実際に農地の生物多様性がいつ頃から減少してきたのか、それを示す歴史的データは少なく、その減少傾向を数値で表すことは困難だとされてきた(澤田, 2007)。一方で、古生物学や植物考古学の分野では、過去の生物の種多様性変化を数値化して復元する研究が進展しており(例えば Hammer & Harper, 2006)、この問題を解決する糸口が見えてきた。本研究は、この植物考古学の手法と農学・保全生物学の手法を融合させることにより、農地の生物多様性、特に水田雑草の多様性変遷プロセスを縄文時代から現代までの1万年間の時間軸で実証的に解明する学融合研究である。雑草は人為的な環境下で繁栄する植物群なので、縄文時代以来の雑草の多様性の歴史を解明することは、人間活動と農地生態系の多様性の歴史を解明することになる。近年の植物考古学の成果から、日本列島では、縄文時代からすでに、マメや雑穀の栽培が行われていたことが明らかになっており、弥生時代からの水田稲作の導入や古代以降の条里制水田の導入など、人間の生業や土地利用やの変化に伴って、雑草の多様性も変化してきた。このような縄文時代以来の雑草の種多様性の変化を明らかにすることは、現在の日本列島のフロラ形成プロセスを解明するだけでなく、地域の生物多様性の保全や、人と自然との関係を模索していくうえで重要な課題である。

このような背景のもと、平成18~20年度に若手研究(B)の補助金を受けて、「縄文時代以来の農耕地雑草の多様性変化と人間活動との関係」の研究を実施し、この成果により、縄文時代から弥生時代にかけて植物の多様性が増加していたことを明らかにした。さらに平成21~23年度にはこれを発展させ、同じく若手研究(B)により、「江戸時代から里山時代における農耕地雑草の多様性変化と人間活動との関係」を実施した。この成果からは、江戸時代の農耕地雑草の多様性が里山時代(明治~昭和初期)よりも高かったことを明らかにした。これらの一連の研究により、水田稲作農耕を受け入れる以前の縄文時代遺跡よりも、水田稲作農耕を受け入れた後の弥生時代遺跡の方が植物の多様性が高かったことが具体的に示され、それが江戸時代になると、水田雑草の多様性がさらに増加し、里山時代にかけては多様性が減少していく傾向をつかむことができた。農耕などの人間活動は、しばしば、生物多様性を減少させると考えられがちである。しかしそれは、大規模で画一的な近代機械化農業には当てはまるが、弥生時代や江戸時代の水田稲作農業には当てはまらなかった。森の一部を切り開い

て水田を営む行為は、中規模な攪乱環境を生み出し、それが植物種多様性の増加につながったと考えている。このような中規模攪乱説(Connell, 1978)は、最近、北欧の花分析結果などから支持されているが(Berglund et al., 2008)、日本の弥生時代の水田稲作(Nasu, 2008)や、江戸時代の水田稲作(那須, 2011)でも支持されることが明らかになった。

## 2. 研究の目的

この研究を発展させ、今度は、弥生時代と江戸時代の間を埋めるために、古代から中世の農耕地雑草の多様性変化を明らかにする。これまでと同様の調査を古代と中世の水田跡で実施し、各時代の植物種多様度を比較することで、どの時代の農耕が高い多様性を維持していたのかを明らかにする。さらに、遺跡から得られた雑草の多様性データを現代と比較するために、現代の水田における雑草の多様性を調査する。現代の水田雑草は詳しく調べられているものの、遺跡のデータと比較するためには、埋土種子データとの比較を行う必要がある。

## 3. 研究の方法

### 3-1. 調査対象遺跡

神奈川県茅ヶ崎市本村居村遺跡を対象に調査を実施した。本村居村遺跡の最大の特徴は、飛鳥 奈良時代から現代までの水田跡が連続的に見ついていることである。砂丘間低地に位置し、地下水が豊富な立地の特性から、古代より継続して水田稲作が営まれてきた。そのため、この遺跡を対象にすることで、古代から中世、近世に至るまでの水田雑草の種類組成の変化を同一遺跡で比較することが可能になる。さらに、地下水が豊富であるという特徴から、過去の雑草種子が微生物に分解されずに良好に保存されている。この特性から、過去の多様な水田雑草の種子をくまなく得ることが可能になる。

### 3-2. 種子分析の方法

本村居村遺跡の奈良時代から現代までの水田跡について、畦畔や水田内部等の水田の微地形を考慮して、それぞれ10カ所から試料を採取した。種子分析は、水洗選別法により、堆積物試料300ccを0.25mmメッシュのふるいを使って水洗し、ふるいに残った種子を実体顕微鏡を使って抽出する。抽出した種子は、デジタルマイクロスコープと走査型電子顕微鏡を使って種子表面の微細形態を観察し、現生種子標本と比較して種類の同定を行う。同定した種子は計数し、出現種数と多様度指数を算出する。

### 3-3. 現代の水田の埋土種子調査

遺跡の調査と並行して、現代の水田の埋土種子調査を行った。過去の雑草の多様性は、遺跡から出土する種子の多様性から評価し

ているので、現在の水田雑草の種多様性だけを使って直接比較することはできない。現在の水田の土壤中に含まれる埋土種子と現在の植生との関係を押さえたうえで、比較するための資料を作成した。

### 3 - 4 . 多様性変化曲線の構築

本研究で得られた古代、中世、現代の雑草多様性データとこれまでの科研費で得られた縄文時代、弥生時代、近世、近代のデータとを統合し、過去1万年間での雑草の多様性変化曲線を構築した。これは、出現種数、種の豊富さ、均等度、Shannon-Wiener の多様度指数、Rarefaction 等の指数を用いて、それぞれの多様性変化曲線を構築した。これにより、どの時代のどのような農耕が、雑草の種多様性を高く維持しながら営まれていたのかを明らかにした。

## 4 . 研究成果

### 4 - 1 . 本村居村 B 遺跡の結果

本村居村 B 遺跡における古代から現代までの水田雑草の種組成は、大きく3つの時期で変化していた。まず、古代～中世の時期は、ミズアオイ属、オモダカ火、ホタルイ属などの抽水性の草本が多い湿田環境だった。これが近世～近現代になると、ホッスモ、トリゲモ/オオトリゲモなどの沈水性植物やタガラシの多い湿田環境へと変化した。このような水田植生は、昭和期に激変し、これまで50%程度で優占していた水田(水中)草本は5%程度に急減し、イグサ科/ホシクサ科、スズメノテッポウ、ノミノフスマなどの田畑共通(湿生)草本とヘビイチゴなどの畑地(人里)草本が多い水田景観へと変化した。この原因として、農薬の使用開始だけでなく、乾田化による地下水位の低下の影響があった可能性が考えられた。

これらの種組成の変化を種数変化で見ると、種数は10世紀～中世にかけて30-36種ほどで最大になり、近世からは20-25種程度に減少し、昭和期には10種前後に激減した。シャノンの多様度指数で見ると、飛鳥～平安(7世紀後半～9世紀中頃)で最も高く、平安新段階(10世紀～11世紀頃)に一時減少するが、中世になって再び増加し、近世以降は減少することが明らかになった。

これらをサンプル個体数に依存しないように、Individual-based Rarefaction Curve(個体数-種数累積曲線)を使って種多様性を評価した。その結果、サンプル個体数が増えても種数が多くなるのは、やはり中性であるという結果になり、続いて平安新段階、飛鳥～平安、平安古段階、近世、昭和の順に減少することが明らかになった。

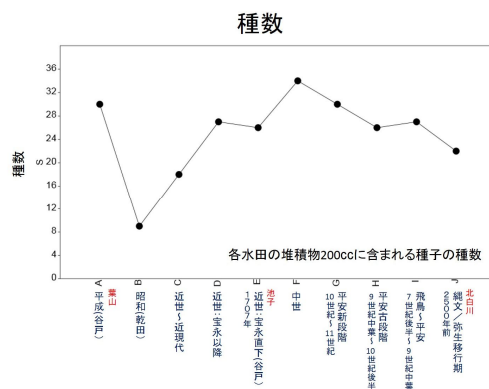
中世に多様性が最も高くなる原因を探るために、寄生虫卵の分析も実施した。これまで平安古段階から中世にかけての水田跡か

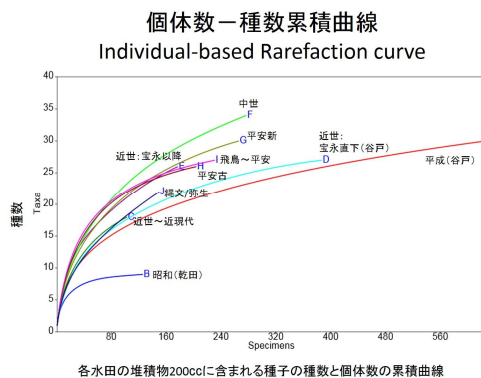
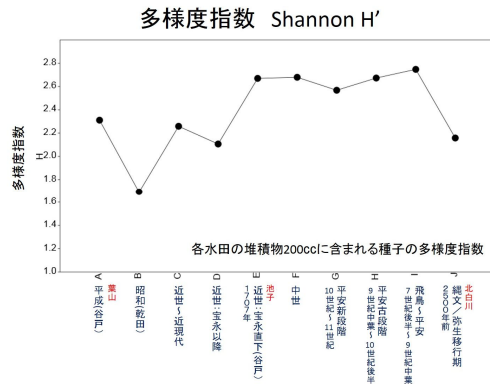
ら、水田には生育しないマクワウリやナスの種子が出土し、アブラナ属の花粉が多産することから、人糞による施肥があった可能性が予想されていた。寄生虫卵の分析結果から、飛鳥～平安から中世にかけて回虫卵と鞭虫卵がセットで出土し、水田内に人糞による施肥が行われていたことを確認した。

### 4 - 2 . 縄文から現代までの水田雑草の多様性変化

これまでの研究成果を統合し、Individual-based Rarefaction Curve(個体数-種数累積曲線)を用いて、縄文時代から現代までの水田雑草の多様性変化を比較した。その結果、縄文/弥生移行期から飛鳥～平安時代にかけて増加し、中世で最も高くなることが確かめられた。その後は近世から多様性が減少し、昭和期に激減したことも明らかになった。ところが、平成の無農薬で営まれている谷戸田では、水田雑草の多様性が近世レベルまで回復していることも明らかになった。

弥生時代以降の多様性の増加は、史前帰化植物としての増加、あるいは従来の雑草の生育地の拡大によるものと考えられる。古代～中世にかけて多様性が最大になったのは、条里制水田の普及、田植法などの農法の普及とともに、人糞などの有機肥料の導入などにより、中規模攪乱の状態となり、水田雑草の多様性が最大になったと考えられる。近世から多様性が減少したことの原因は、雑草防除や地力増強としての冬季湛水農法の普及により水生植物が増加したことで、多様性が減少したと考えられる。また、昭和期の急減の理由は、農薬の使用だけでなく、稲作の機械化、大規模化に伴う、乾田化による影響で、地下水位が減少し、水田雑草の多様性が著しく低下したと考えられた。その一方で、現在、市民団体などによって、無農薬などの自然農法で営まれている谷戸田では、水位が高いので、水田雑草の多様性も高く回復していることが明らかになった。





<引用文献>

Berglund BE, et al. (2008) Vegetation History and Archaeobotany 17: 573-585.  
 Connell JH (1978) Science 199:1302-1310.  
 Hammer O, Harper D.A.T. (2006) Paleontological data analysis.  
 Nasu H (2008) Harlan II: An International Symposium Biodiversity in Agriculture.  
 那須浩郎 (2011) 「池子遺跡群 XI 第2分冊」 673 - 692.  
 澤田均 (2007) 「農業と雑草の生態学」 247-272.

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 5 件)

Hiroo Nasu, Arata Momohara (2016) The beginnings of rice and millet agriculture in prehistoric Japan. *Quaternary International*, 397: 504-512. (査読有)

那須浩郎 (2014) 雑草からみた縄文時代晩期から弥生時代移行期におけるイネと雑穀の栽培形態. 国立歴史民俗博物館研究報告, 187: 95-110. (査読有)

那須浩郎 (2014) 筋違遺跡の大型植物遺体分析. 三重県埋蔵文化財センター編「筋違遺跡(第2・3次)発掘調査報告」123 - 140p. (査読無)

那須浩郎 (2013) 雑穀と雑草の多様性. ピオストーリー vol.19:2-3p. 誠文堂新光社.(査読無)

那須浩郎 (2013) 本村居村 B 遺跡の大型植物遺体分析—古代から現代までの水田雑草多様性の変遷—. 茅ヶ崎市教育委員会編「本村居村 B 遺跡」184-195p. (査読無)

[学会発表](計 6 件)

那須浩郎: 水田雑草のフロラと多様性の歴史. つくば E3 セミナー, 2015 年 6 月 15 日, 国立環境研究所, つくば(招待講演)

Yumiko Murakami, Hiroo Nasu, Hiroyuki Fujii, Minoru Sakamoto, Takeshi Nakatsuka: Management of wetland for initial rice cultivation and use of wood in the final Jomon period. XIX INQUA Congress, 2 August 2015, Nagoya

Yukiko Kikuchi, Masashi Mori, Hiroo Nasu, Takuma Yogo, Makoto Kikuchi: Experimental archaeological project investigating ancient paddy fields. XIX INQUA Congress, 2 August 2015, Nagoya

Hiroo Nasu, Masashi Mori: Changes in species diversity of rice paddy weeds from the 7th to 20th century: a case study at the Honson-Imura-B site, south-central Japan. XIX INQUA Congress, 31 July 2015, Nagoya

那須浩郎: 縄文時代から弥生時代への移行期におけるイネと雑穀の栽培. 日本第四紀学会 2014 年大会, 2014 年 9 月 6 日, 東京大学, 柏

那須浩郎: 古代から近代までの水田雑草の多様性変化: 茅ヶ崎市本村居村 B 遺跡での事例. 第 28 回日本植生史学会 2013 年 12 月 1 日, 高知

[図書](計 1 件)

那須浩郎 (2013) イネと出会った縄文人 - 縄文時代から弥生時代へ -. 工藤雄一郎・国立歴史民俗博物館編「ここまでわかった! 縄文人の植物利用」224p. (pp.186 -205). 新泉社.

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称:  
 発明者:  
 権利者:  
 種類:  
 番号:  
 出願年月日:  
 国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

那須 浩郎 (Nasu, Hiroo)  
総合研究大学院大学・先導科学研究科・助教  
研究者番号：60390704