

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 9 月 30 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2011～2014

課題番号：23570024

研究課題名(和文) 里草地の生物多様性減少メカニズムの解明—圃場整備と耕作放棄の影響評価

研究課題名(英文) Mechanisms of biodiversity declines in satokusachi: effects of land consolidation and abandonment

研究代表者

丑丸 敦史 (Ushimaru, Atushi)

神戸大学・人間発達環境学研究所・教授

研究者番号：70399327

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：近年、世界的に農地周辺の半自然植生において農地の放棄や集約化に伴う生物多様性の減少が報告されている。この研究課題では、日本における水田の耕作放棄および集約化(圃場整備)が水田畦畔上に成立する里草地の植物およびチョウやバッタなどの植食性昆虫の多様性を減少させているメカニズムを明らかにすること目的とした。研究の結果、放棄畦畔や圃場整備畦畔では植物及びチョウ・バッタ類の種数が伝統的畦畔と比べて半減していること、この多様性の減少は草刈り頻度の減少(放棄畦畔)や増加(圃場整備畦畔)に起因していること、多様性を高く保つには年2-3回の草刈りが良いことを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Declines in plants and herbivorous insects due to land-use abandonment and intensification, have been studied in agricultural areas worldwide. We compared plant richness and butterfly and orthopteran richness and diversity among three land-use types in semi-natural grasslands: abandoned, traditional and intensified terraces. Plant and herbivore richness and diversity were significantly lower in abandoned and intensified grasslands than in traditional grasslands. Changes in the mowing frequency explained plant richness decline as a consequence of land abandonment and intensification. The results suggest that a mowing frequency of 2-3 times per year enhance herbivore richness directly, as well as indirectly by enhancing plant diversity.

研究分野：生態学

キーワード：里草地 植物 チョウ バッタ 中規模攪乱仮説

### 1. 研究開始当初の背景

欧米を中心に、農業生態系における生物多様性の急速な減少が注目され、一流誌上 (Science, PNAS, Ecology Letters 等) でも数多くの研究が報告されるようになっていた。特に、人為的に維持管理されてきた半自然草地において草原生物の多様性が急激に減少していることが懸念されていた。既往研究から、半自然草地の生物多様性減少を引き起こす主要因は土地利用の変化であるとされている (Kleijn *et al* 2009)。土地利用の変化には、農業の効率化を目指した農地の集約化 (人為管理の強化) と農家の減少・高齢化による耕作放棄 (人為管理の低下) という真逆のものが含まれ、それぞれが生物多様性を大きく減少させている。しかし、土地利用の変化が生物多様性を減少させる詳細なメカニズムについては、多くの仮説が提案されているが検証が進んでおらず一般的な合意に至っていない状態であった (Suding *et al* 2005; Hautier *et al* 2009)。

### 2. 研究の目的

本申請課題では水田の土地利用の変化による周囲の半自然草地 (里草地) の植物・植食性昆虫群集の変化 (種多様性減少、種組成の変化) を定量化し、その変化を引き起こすメカニズムを解明することを目的とする。ここでは二つのアイデア、『水田の圃場整備に伴う周辺環境の変化や水田における物理・化学的環境や管理様式の変化 (畦畔の乾燥化、富栄養化、草刈りの増加・減少) が里草地の植物群集の多様性減少・種組成変化をもたらす』と『圃場整備や耕作放棄によって引き起こされる植物群集 (多様性・種組成・植物高) の変化が植食性昆虫 (チョウ・バッタ) 群集の多様性の減少・種組成の変化を引き起こす』の検証を行う。この研究を通じて世界的に進行する農業生態系における生物多様性減少のメカニズムの解明に貢献する。

### 3. 研究の方法

(1) 兵庫県 の 阪神 地区 (神戸市、三木市、三田市、宝塚市、猪名川町) の 13 の 伝統 的 棚 田、8 の 放棄 棚 田、10 の 圃 場 整 備 棚 田 を 対 象 に、そ れ ぞ れ の 棚 田 内 に 5m x 50m の プ ロ ッ ト を 4 つ 設 定 し、プ ロ ッ ト 内 の 維 管 束 植 物 と チョウ・バッタ類を調査を年 6 回行った。この調査を 2 年間行い、棚田の土地利用間で多様性と多様性を比較した。加えて、それぞれの棚田における草刈り頻度、周辺景観を定量化し、放棄地や圃場整備地での多様性減少を引き起こす要因の解析を行った。

(2) また、棚田内の環境の不均質性が地形や隣接する二次林によって生み出されるメカニズムを明らかにするため、それぞれ 19 と 11 の棚田を対象に 1m x 1m プロット内の植生

調査および土壌水分・光・栄養塩環境等を調査した。

### 4. 研究成果

(1) 平成 23-24 年度の調査結果から、圃場整備棚田や耕作放棄棚田では、植物および植食者群集の単位面積あたりの多様性と棚田全体における多様性が大きく減少していることを明らかにした。

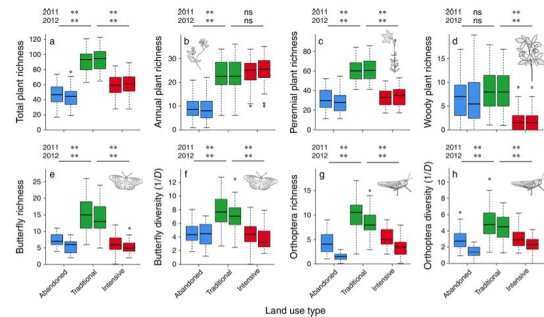


Fig. 1. Comparisons of plant species richness and the species richness and diversity (the inverse Simpson's index of diversity, 1/D) of butterfly and orthopteran species among abandoned, traditional, and intensive plots (left box, 2011; right box, 2012). Box plots represent medians (bold black horizontal line), and first and third quartiles (box perimeter), the whiskers are 90th percentiles, and the small circles are outliers. \*\* P < 0.01; ns (not significant) differences, between the abandoned and traditional terraces, and between the traditional and intensive terraces.

図 1 土地利用と植物・植食性昆虫の多様性の関係。放棄棚田・圃場整備棚田で植物・植食性昆虫の多様性が低下する。

また、この植物の多様性減少は、土地利用の変化に伴う草刈り頻度の変化および周辺景観の変化によるものであること、植物 (特に多年生草本) の多様性の減少と草刈り頻度の変化が共に植食性昆虫 (チョウ・バッタ) 群集の多様性の減少・種組成の変化を引き起こすことを明らかにしてきた (図 2, 論文 1,3)。

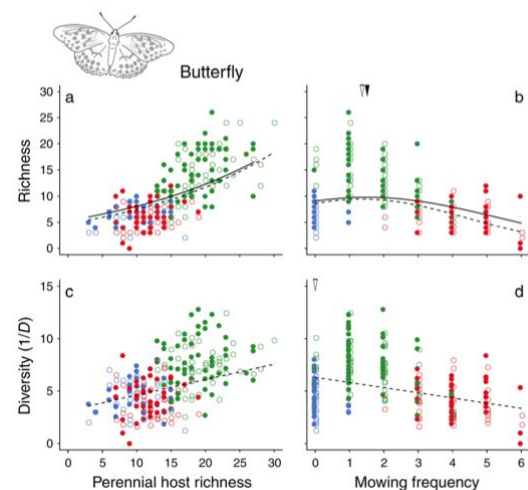


図 2 チョウの多様性と草刈り頻度および植物種多様性の関係。チョウの種多様性は草刈り頻度が 1-2 回程度の里草地で最大になり、植物種多様性と有意な正の相関を持つ。

さらに、植食性昆虫の個々の種の減少は、種の持つ生態的特徴 (食性幅、サイズ等) に依存しておらず、有占度の低い種ほど土

地利用によって消失しやすいことが明らかになり、ランダムロス仮説によって説明可能であることを示すことができた(論文1,3)

(2)宝塚西谷地区での研究では、棚田の地形によって棚田上部に貧栄養かつ湿潤な環境が形成され、そこで希少種の多様性が高いこと、一方で普通種の多様性は棚田下部の富栄養化した湿潤な環境で高いことを明らかにした(論文5)。また、二次林と棚田が接する林縁において、多様性が高くなることを明らかにした(論文2)。

#### 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)

1.Uchida K and Ushimaru A (2015) Land abandonment and intensification diminish spatial and temporal diversity of grassland plants and herbivorous insects within paddy terraces. *Journal of Applied Ecology* 52:1033-1043. 査読付き

2.Ohara RG and Ushimaru A (2015) Plant beta-diversity is enhanced around grassland-forest edges within a traditional agricultural landscape. *Applied Vegetation Science* 18:493-502. 査読付き

3.Uchida K and Ushimaru A (2014) Biodiversity declines due to abandonment and intensification of agricultural lands: patterns and mechanisms. *Ecological Monographs* 84:637-658. 査読付き

4.中浜直之, 丑丸敦史, 井鷲佑司(2013)兵庫西谷地区における準絶滅危惧種スズサイコ *Vincetoxicum pycnostelma* Kitag.の繁殖特性及び訪花昆虫相. 地域自然史と保全 35:115-123. 査読付き

5. Uematsu Y and Ushimaru A (2013) Topography- and management-mediated resource gradients maintain rare and common plant diversity around paddy terraces. *Ecological Applications* 23:1357-1366. 査読付き

論文2,5は丑丸が責任著者,論文4の以外の主著者は研究代表者の研究室の学生

[学会発表](計8件)

国際学会

Atushi Ushimaru, Goshi Uda, Yuta Uematsu, Ryo Suzuki, Ryohei G. Ohara (2012) Consolidation influences plant community on semi-natural grasslands around paddy terraces. The 59<sup>th</sup> Annual Meeting of Ecological Society of Japan & The 5<sup>th</sup> EAFES international Congress, 18 March 2012, Otsu, Ryokoku University.

Kei Uchida, Atushi Ushimaru (2012) Mechanism of decrease in herbivorous insects diversity in semi-natural grassland - Effects of changes in plant community -. The 59<sup>th</sup> Annual Meeting of Ecological Society of Japan & The 5<sup>th</sup> EAFES international Congress, 18 March 2012, Otsu, Ryokoku University.

Yuko Nagata, Atushi Ushimaru (2012) Decrease in plant diversity due to changes in management measures and land abandonment in meadows. The 59<sup>th</sup> Annual Meeting of Ecological Society of Japan & The 5<sup>th</sup> EAFES international Congress, 18 March 2012, Otsu, Ryokoku University.

Kei Uchida, Atushi Ushimaru (2012) Does Intermediate Disturbance Hypothesis explain mechanisms of biodiversity decline in agricultural lands? Perennial plants play key roles in maintaining herbivorous insect diversity. The 97<sup>th</sup> Annual Meeting of Ecological Society of America, 7 August 2012, Portland.

Kei Uchida and Atushi Ushimaru (2013) Spatial and temporal beta-diversity of herbivorous insects declines due to land-use changes in agricultural semi-natural grasslands in Japan. INTECOL2013. August, London-United Kingdom.

国内学会

内田圭・丑丸敦史 半自然草原における植食性昆虫の減少メカニズムー放棄と圃場整備による影響ー 第60回日本生態学会大会、静岡、2013年3月

内田圭・丑丸敦史 半自然草原における生物多様性の減少メカニズム - 多群集での検証 第61回日本生態学会大会、広島、2014年3月

内田圭・藤本泰樹・丑丸敦史 都市化による植物および植食性昆虫多様性の減少 - 種組成は均質化しているのか - 第62回日本生態学会大会、鹿児島、2015年3月

〔図書〕(計1件)

丑丸敦史、築地書館、畦の上の草原-里草地.  
須賀丈・岡本透・丑丸敦史編著「草地と日本人:日本列島草原1万年の旅」2012、244、(161-219)

〔産業財産権〕  
出願状況(計 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 件)

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

〔その他〕

ホームページ等  
[http://www2.kobe-u.ac.jp/~ushimaru/theme\\_satokusachi.htm](http://www2.kobe-u.ac.jp/~ushimaru/theme_satokusachi.htm)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

丑丸 敦史(Ushimaru, Atushi)  
神戸大学・大学院人間発達環境学研究科・  
教授  
研究者番号: 70399327

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号: