

赤名地方に栽培されているヒゴタイの遺伝的多様性と保全上の価値

兼子伸吾^{***}・井上雅仁^{***}・高橋佳孝^{****}・井鷺裕司^{*}

Genetic diversity in restored populations of *Echinops setifer* in Shimane prefecture

Shingo Kaneko, Masahito Inoue, Yoshitaka Takahashi and Yuji Isagi

Abstract

Echinops setifer is an endangered perennial herb found in the semi-natural grassland in the Tokai, Chugoku, and Kyushu regions of Japan. In order to elucidate the genetic status and conservation value of restored populations of *E. setifer* in Shimane Prefecture, we conducted genetic analysis using microsatellite markers. The analysis of genetic diversity showed that the genetic diversity of two restored population in Shimane Prefecture were relatively high, and these populations have high conservation value for preserving intra-species genetic diversity of *E. setifer*.

Keyword: *Echinops setifer*, genetic diversity, grassland, microsatellite marker, restoration,

1. はじめに

ヒゴタイ *Echinops setifer* Iljin は、東海地方、中国地方および九州地方に隔離分布する多年生の草本であり（北村 1981），阿蘇山系および中国山地では、半自然草地の象徴的な植物として人々に親しまれてきた。中国山地では、オミナエシやコオニユリ、ワレモコウなどとともに、ヒゴタイを盆花として墓に手向ける文化が今も残っている。しかし現在では、半自然草地の開発や草原植生の遷移、園芸目的での採取により個体数が著しく減少しており、環境省（2007）はヒゴタイを絶滅危惧 II 類に指定している。都道府県別のレッドデータブックでは 11 の都道府県での過去の分布が

報告されている（愛知県 2001；岐阜県 2001；宮崎県 2000；福岡県 2002；長崎県 2001；熊本県 2004；大分県 2001；鳥取県 2002；島根県 2004；山口県 2002；広島県 2004）。愛知県と宮崎県では絶滅種、8 都道府県（鳥取、島根、広島、山口、福岡、長崎、熊本、大分）では絶滅危惧 I 類に指定されており、ヒゴタイが残存するほとんど全ての生育地で個体群の存続が厳しい状況にあることが伺える。

島根県においては 1970 年代に飯南町内（旧赤来町）の複数の場所で標本が採取されているが、近年野生個体の生育情報はなく、野生絶滅した可能性も高い。しかし、島根県飯石郡飯南町赤名には、過去に付近の自生地で採取された種子を起源とする数十個体のヒゴタイが、栽培下で維持されている。ヒゴタイの場合、野生

* 京都大学大学院農学研究科森林科学専攻森林生物学研究室, 〒606-8502 京都市左京区北白川追分町
Laboratory of Forest Biology, Division of Forest and Biomaterials Science, Graduate School of Agriculture, KYOTO UNIVERSITY,
Kitashirakawa Oiwake-cho, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8502, Japan

** NPO 法人 緑と水の連絡会議, 〒694-0064 島根県大田市大田町大田イ376-1
Open Network for Nature Conservation, 376-1, Oda, Oda-cho, Oda, Shimane, 694-0064, Japan

*** 島根県立三瓶自然館, 〒694-0003 島根県大田市三瓶町多根 1121-8
The Shimane Nature Museum of Mt. Sanbe (Sahime), 1121-8, Tane, Sanbe-cho, Ohda, Shimane, 694-0003, Japan

**** 独立行政法人 農業技術研究機構 近畿中国四国農業研究センター, 〒694-0013 島根県大田市川合町吉永 60
National Agricultural Research Center for Western Region, 60, Kawai, Ohda, Shimane, 694-0013, Japan

集団では失われてしまった遺伝的多様性を栽培集団が維持しており、種内の遺伝的多様性の保全上重要な栽培集団が存在することも知られている（兼子ほか 2009）。そこで本研究は、赤名の栽培個体を対象にマイクロサテライトマーカーを用いた遺伝解析を行い、赤名地方の栽培集団に残存する遺伝的多様性を明らかにするとともに、その保全上の価値を検討した。

2. 方 法

島根県飯石郡飯南町赤名において確認されている 2ヶ所の栽培集団（赤名 A, 赤名 B）で遺伝解析用のサンプルの採取を行った。赤名 A の集団は、過去に近隣の自生地（現在は絶滅）で採取された種子に由来しており、赤名 B の集団は、赤名 A の集団から採取したから種子に由来している。遺伝解析に用いるサンプルとして計 36 個体（赤名 A: 12 個体、赤名 B: 24 個体）から葉を採取し、DNA 抽出まで -30°C で保存した。ゲノム DNA の抽出は、改良 CTAB 法 (Milligan 1992) で行った。遺伝的多様性は、ヒゴタイにおいて開発されたマイクロサテライト遺伝子座 8 座 (ES041, ES045, ES055, ES063, ES333, ES404, ES415, ES532, Kaneko et al. 2007) を用いて解析した。PCR による各遺伝子座の增幅および PCR 産物の断片長の計測手

法は Kaneko et al. (2007) に従った。集団内の遺伝的多様性を評価するために、遺伝子座あたりの対立遺伝子数 (A : number of alleles per locus), アレリックリッチネス (R_S : allelic richness), ヘテロ接合度の観察値 (H_O : observed heterozygosity), ヘテロ接合度の期待値 (H_E : expected heterozygosity) を算出し、すでにマイクロサテライトマーカーによる解析が行われている熊本県および広島県の野生集団のデータ（兼子ほか 2009）と比較した。

3. 結果・考察

解析の結果、赤名の栽培集団には比較的高い遺伝的多様性が維持されていることが明らかになった（表 1）。赤名 A および赤名 B における遺伝子座あたりの対立遺伝子数 (A) は 1.9 および 2.4, アレリックリッチネス (R_S) は 1.9 および 2.1, ヘテロ接合度の観察値 (H_O) は 0.32 および 0.40, ヘテロ接合度の期待値 (H_E) は 0.31 および 0.34 であった。赤名の 2 集団の遺伝的多様性は、広島県の野生集団よりはやや低かったものの、熊本県のほとんどの野生集団とほぼ同じ水準にあつた。このことは赤名の 2 つの栽培集団は、遺伝的多様性の保全という点では、熊本県の野生集団に匹敵する高い価値があることを示している。

表 1 赤名の栽培集団の遺伝的多様性と熊本県および広島県の野生集団の遺伝的多様性

集団	開花個体数	N	A	R_S	H_O	H_E	F_{IS}
島根県							
赤名 A	~ 20	12	1.9	1.9	0.32	0.31	-0.03
赤名 B	~ 40	24	2.4	2.1	0.40	0.34	-0.18
熊本県							
1	~ 40	24	2.6	2.4	0.40	0.41	0.12
2	~ 80	20	2.4	2.0	0.24	0.25	0.03
3	~ 10	7	2.0	2.0	0.27	0.25	0.10
4	~ 10	8	1.9	1.8	0.22	0.21	0.03
5	~ 20	24	2.6	2.2	0.30	0.31	0.01
7	~ 50	24	2.4	1.9	0.25	0.28	-0.08
8	~ 20	12	2.1	1.9	0.21	0.24	-0.03
9	~ 50	24	3.0	2.4	0.33	0.34	0.03
10	~ 50	25	2.1	1.9	0.31	0.28	-0.07
広島県							
11	~ 50	20	3.6	3.2	0.44	0.46	0.05
12	~ 40	23	2.9	2.6	0.43	0.42	-0.06
13	~ 40	23	3.0	2.6	0.41	0.41	0.01
14	~ 50	23	3.6	2.7	0.53	0.45	-0.16

N : 解析個体数, A : 平均アリル数, R_S : アレリックリッチネス, H_O : ヘテロ接合度（観察値）, H_E : ヘテロ接合度（期待値）。熊本県、広島県のデータについては兼子ほか (2009) から引用した。

赤名 A は比較的遺伝的多様性が高いだけでなく、ヒゴタイの生育状況も自生地に近いものとなっていった。ヒゴタイは、ススキ等のイネ科草本が優占し、定期的な草刈が行われる採草地に生育することが多い（杉村 2002）。赤名 A は、生育面積は小さいものの、生育状況が良好な自生地同様、定期的な草刈によってススキ等のイネ科草本の植物高および生育密度は低く抑えられており、自然に更新したヒゴタイの実生も数多く確認された。したがって、赤名 A は、ヒゴタイの種子は人為的に導入されたものであるが、遺伝的多様性と生育状況ともに比較的良好であり、自生地の状況が良く復元されているといえる。一方、赤名 B は個体数も多く比較的高い遺伝的多様性を有していたが、クズやススキが高密度で生育しており、自然に更新したヒゴタイの実生は確認できなかったことから、このままの状態が続ければ個体数は次第に減少していくものと推測された。

島根県に生育していたヒゴタイの種子に由来する集団は、今回調査を行った2集団が確認されているのみである。さらに、これらの集団は熊本県の野生集団に匹敵する遺伝的多様性を有していることから、現在の

遺伝的多様性をできるかぎり保全しながら、集団を維持していくことが望ましい。しかし、現在の開花個体数（赤名 A：20以下、赤名 B：40以下）では、遺伝的浮動の影響により次第に遺伝的多様性が失われていく可能性がある。遺伝的多様性の保全のために開花個体から網羅的に種子を採取し、実生バンクを創設しておく必要がある。また、現在の生育地ではこれ以上の個体の増加は難しいことから、新たに数百個体規模の復元集団の創設も検討すべきかもしれない。より大きな規模の復元集団があれば、遺伝的多様性の維持が容易になるだけでなくヒゴタイの花を盆花などに利用することも可能である。中国山地の半自然草地は豊かな生物や文化を育んできた自然環境である。その半自然草地の象徴であるヒゴタイを保全し、ヒゴタイを用いた盆花などの文化を後世に伝えることは、十分に意義のあることではないだろうか。

謝 辞

飯南町教育委員会には、現地での分布情報の提供およびサンプル採取の了解を頂いた。また本研究は、2006年度および2007年度近畿中国四国農業研究センター研究強化費（特定研究）の助成を受けました。この場を借りてお礼申し上げます。

引 用 文 献



図1 (1) ヒゴタイ生育地（赤名 A）の状況。ヒゴタイの自生地に近い状況に維持管理されており、多数のヒゴタイの実生が確認できた。(2) ヒゴタイ生育地（赤名 B）の状況。ススキやクズが高密度で生育しており、ヒゴタイの実生は確認できなかった。

- 愛知県（2001）愛知県の絶滅のおそれのある野生生物 レッドデータブックあいち—植物編2001— 愛知県環境部自然環境課、名古屋
 福岡県（2001）福岡県の希少野生生物 福岡県レッドデータブック2001、福岡県環境部自然環境課、福岡
 岐阜県（2001）岐阜県の絶滅のおそれのある野生生物—岐阜県レッドデータブック—、岐阜県健康福祉環境部自然環境森林課、岐阜
 広島県（2004）改訂・広島県の絶滅のおそれのある野生生物 レッドデータブックひろしま2003、広島県版レッドデータブック見直し検討会、広島
 環境庁（2000）改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物8〔植物I（維管束植物）〕、自然環境研究センター、東京
 Kaneko S, Isagi Y, Nakagoshi N (2007) Development of microsatellite markers for *Echinops setifer* (Asteraceae), an endangered grassland plant species in Japan. Cons Genet 8:1231-1233
 兼子伸吾・瀬井純雄・高橋佳孝・井鷺裕司（2009）阿蘇地方および中国地方におけるヒゴタイ *Echinops setifer* Iljin の現状、保全生態学研究（印刷中）
 北村四郎（1981）キク科ヒゴタイ属。（佐竹義輔・大井次三郎・北村四郎・亘理俊次・富成忠夫編）日本の野生植物、草本

- III. 平凡社, 東京
- 熊本県 (2004) 熊本県の保護上重要な野生生物リストレッドリストくまもと2004—, 熊本県, 熊本
- Milligan B (1992) Plant DNA isolation. In: Hoelzel AR (ed) Molecular Genetic Analysis of Populations: a Practical Approach. IRL Press, Oxford, pp59-88
- 長崎県 (2001) ながさきの希少な野生動植物—レッドデータブック2001—, 長崎県県民生活環境部自然保護課, 長崎
- 岡山県 (2003) 岡山県版レッドデータブック—絶滅のおそれのある野生生物—, 岡山県生活環境部自然環境課, 岡山
- 大分県自然環境学術調査会野生生物専門部会 (2001) レッドデータブックおおいた一大分県の絶滅のおそれのある野生生物—, 大分県生活環境部生活環境課, 大分
- 杉村康司 (2002) 阿蘇地方におけるヒゴタイ *Echinops setifer* Iljin の保全の現状と今後目指すべき方向. 保全生態学研究 6:143-154
- 島根県 (2004) 改訂 しまねレッドデータブック—島根県の絶滅のおそれのある野生動植物—, 島根県環境生活部自然環境課, 松江
- 鳥取県 (2002) レッドデータブックとっとり—鳥取県の絶滅のおそれのある野生動植物—, 鳥取県生活環境部環境政策課, 鳥取
- 山口県 (2002) レッドデータブックやまぐち—山口県の絶滅のおそれのある野生生物—, 山口県環境生活部自然保護課, 山口