

島根県三瓶山の刈り取り管理を受ける半自然草原における 絶滅危惧植物オキナグサの動態

井 上 雅 仁*・高 橋 佳 孝**

Dynamics of an endangered plant *Pulsatilla cernua* (Thunb.)
Sprenger under grassland management by mowing
in Mt. Sanbe, Shimane Prefecture

Masahito Inoue and Yoshitaka Takahashi

Abstract : The objective of this study was to understand the relationship between the dynamics of an endangered plant *Pulsatilla cernua* (Thunb.) Sprenger and different mowing frequencies or human impact such as trampling, in the semi-natural grassland routinely undergoing management by mowing and other maintenance as a natural park in Mt. Sanbe, Shimane Prefecture, Japan. A 20m square plot was chosen in three sites with different mowing frequencies. Further, during 2004 - 2007, the distribution patterns, number of flowering and fruiting stems, and basal diameter of the target plant. The number of *P.cernua* individuals tended to be high in sites that were mowed once or twice a year, and little change in plant density was noted in the sites that were mowed irrespective of twice or three times in a year or only once a year. On the other hand, the flowering rate of all *P.cernua* individuals was the highest in sites that were mowed twice or three times in a year. In spring, human impacts include trampling or picking of flowering stems can be attributed to the use of the grassland as a natural park.

Keywords: semi-natural grassland, endangered plant, *Pulsatilla cernua*, natural park

キーワード：半自然草原、絶滅危惧植物、オキナグサ、自然公園

1. はじめに

オキナグサ *Pulsatilla cernua* (Thunb.) Sprenger は、日当たりのよい草原に生える多年草である。比較的温暖多雨で潜在的に森林が成立する我が国では、草原の大部分は火入れ、放牧、採草などの人為により維持されてきた二次植生である（高橋, 2004）。そのため本種の生育地も、このように人の手で維持されてきた半自然草原（二次草原）を中心である。高度経済成長以降、農畜産業による草原利用の衰退、拡大造林などの土地

利用の変化などにより、各地で半自然草原は減少の一途をたどってきた（永見山, 1995; 小椋, 2006; 高橋ら, 2011）。それとともに本種も各地から姿を消し、多くの都道府県で絶滅危惧種に指定されている。環境省および島根県のレッドデータブックでは、いずれも絶滅危惧Ⅱ類 (VU) とされている（環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室編, 2015; 島根県環境生活部自然環境課, 2013）。

島根県の中央に位置し、国立公園に指定されている三瓶山は、かつては山体の大部分が草原に覆われる山であった（中国農業試験場畜産部, 1994; 小路ら,

* 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 (Sahimel), 1121-8 Tane, Sanbe-cho, Ohda, Shimane, 694-0003, Japan

** 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

Japanese Black Cow Production Research Team, National Agricultural Research Center for Western Region, 60 Yoshinaga, Kawai, Ohda, Shimane 694-0013, Japan

1995; 千田, 1997). 現在の草原は、山麓を中心として数ヶ所に残る程度であるが、そこにはオキナグサがみられ、県内でも有数の生育地となっており（島根県環境生活部自然環境課, 2013），現在も火入れ、放牧、刈り取りなどが続けられている。これらの草原の中には、博物館の敷地として刈り取りが続けられている場所があり、そこには刈り取り頻度の異なる場所が存在し（井上・高橋, 2008），オキナグサが生育している。またここでは、開花時期などに、自然公園を利用する多くの来訪がある。当地における本種の保全を念頭におくと、刈り取り頻度の違いや公園利用といった人の働きかけと、それに伴う開花・結実といった反応の違いを把握することが、今後の管理を検討する上で不可欠といえる。

その一方で、本種に関する研究は、その保全を想定して管理との関係を論じたものは少なく、放牧管理が個体群維持に及ぼす影響（内藤・高橋, 1998）、刈り取り管理下での個体サイズ（Naito and Nakagoshi, 1994）などの研究があるに過ぎない。上述のとおり、刈り取りにより草原が維持され、かつ自然公園としての利用に供される場所にある当地では、絶滅が危惧されているオキナグサの保全と、管理・利用との両立を進めていく上での知見が求められている。

そこで本研究では、刈り取り頻度の異なる草原に生育しているオキナグサの動態を2004年から2008年までの5年間にわたり追跡することで、刈り取り頻度の違いが本種の動態、とくに開花・結実や個体サイズに与える影響について明らかにすることを目的とする。また開花期には、来訪者による採取や踏みつけといった人為圧がみされることから、来訪者の公園利用による影響についても明らかにする。

2. 調査地および方法

(1) 調査地

調査地は、島根県のほぼ中央に位置する三瓶山の主峰男三瓶山（標高1,126m）の北麓斜面、標高約600mに位置する、北の原と呼ばれる半自然草原である（図1）。傾斜は緩やかで、南北方向の幅は約500m、東西方向の幅は200～400mである。1991年から博物館の敷地として年数回の刈り払いが行われ、半自然草原が維持されている。刈り取り頻度は場所や年によって異なるが、施設付近の来訪者が多い箇所では年2～4回、施設から離れた場所では年1回程度である。刈り取りには乗用草刈機が用いられ、刈り取り高は約5cmである。刈草の一部は家畜の敷き草用に持ち出され、残りも可能な範囲で搬出されている。これ以前は、

1970年頃まで放牧地として利用されてきたが、それ以降は観光用に一部の場所を対象に刈り払いが行われてきた（中国農業試験場畜産部, 1994）。

気候は、調査地から約18km離れた観測地（飯南町赤名、標高約444m）の記録によると、2004年から2008年の年平均気温はそれぞれ12.3℃、11.4℃、11.6℃、12.2℃、11.6℃、年降水量は2,115mm、2,057mm、2,289mm、1,701mm、1,901mmであった。

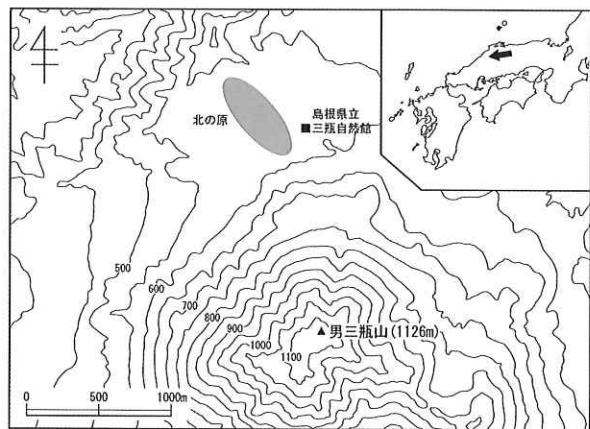


図1 調査地の位置

(2) 調査区と刈り取り頻度

調査地の草原内に、オキナグサが生育し、かつ刈り取りの頻度が異なる3箇所を選び、20m×20mの方形区を1つずつ設置した（図2）。調査区を設置した3箇所の刈り取り頻度は年2～3回、年1～2回、年1回で、それぞれ調査区の名称を「2～3回区」、「1～2回区」、「1回区」とする（表1）。草刈りの時期は、2～3回区では6月ないし7月と11月、2003年までは5月、7月、11月の年もあった。1～2回区は年1回、11月に刈られる年と、年2回、7月と11月の年がある。1回区は11月に刈り取られる。

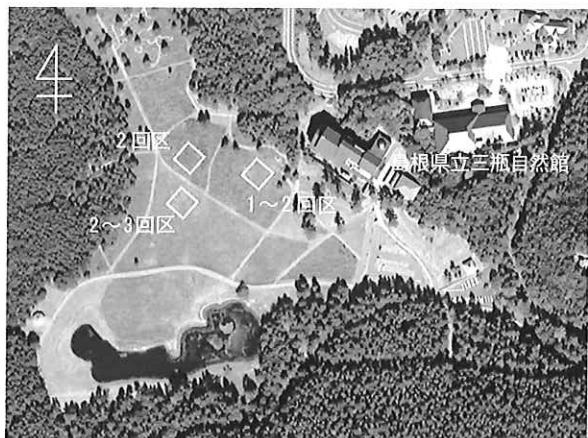


図2 調査区の位置

表1 各調査区の刈り取り時期

調査区	2003年以前	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
2~3回区	年2~3回	6月, 11月	7月, 11月	7月, 11月	7月, 11月	7月, 11月
1~2回区	年1~2回	11月	11月	7月, 11月	11月	11月
1回区	年1回	11月	11月	11月	11月	11月

(3) 植生構造の調査

調査区の植生を把握するために、それぞれの調査区に1m四方の方形区を10個ずつ設け、2004年の10月に植生調査を行った。記録した項目は、各方形区の植生高(m)と植被率(%)、方形区内に出現した植物の種類、各種の植被率(1%刻み)と高さ(1cm刻み)である。各調査区で植物種ごとの出現頻度を算出して、総合常在度表としてまとめるとともに、植被率と高さを乗じて乗算優占度を算出した。

(4) オキナグサの動態

2004年から2008年の5年間、各調査区において、オキナグサの分布位置を記録するとともに、開花・結実といった繁殖状況、根際直径や葉の大きさといった個体の大きさなどの調査を行った。春季には、繁殖状況を把握するために、個体ごとに開花茎数、結実茎数を記録した。またこの時期には来訪者による採取などが確認されたため、2006年と2007年には、個体ごとに採取や踏みつけによる花茎の損傷の有無を記録した。秋季には、個体サイズと分布位置を把握するために、各個体の根際直径をノギスで測定した。また、この時期に確認された新規の当年生の個体を実生として記録した。2007年と2008年は、各個体の葉の広がりについて、最も長い部分と短い部分の長さを測定した。

3. 結 果

(1) 調査区の植生

平均植生高は2~3回区で0.20m、1~2回区で0.53m、1回区で1.04m、平均植被率は3つの区とも80%を越えていた(表2)。平均出現種数は同様に11.8種、16.7種、12.6種であり、1~2回区で多かった。シャノンの多様度指数H'はそれぞれ1.34、2.68、1.18であり、平均出現種数と同様に1~2回区で高い値を示した。

各調査区に出現した植物種とそれらの出現頻度を総合常在度表として表2に示した。2~3回区では、シバとトダシバの出現頻度が高く、乗算優占度はシバが高い値を示した。ススキも出現したが、その頻度はやや低かった。他の2区に出現したワラビは本区ではみられなかった。1~2回区ではシバ、トダシバ、ス

キとも出現したが、乗算優占度はススキとトダシバで高かった。1回区ではススキの出現頻度が高く、また乗算優占度も他の種を大きく上回った。本区では、ワラビも比較的高い乗算優占度を示し、反対にシバの出現はみられなかった。その他、各調査区で共通する出現種としては、ニガナ、ネコハギ、シバスゲ、アリノトウグサ、ニオイタチツボスマレなどがみられた。

(2) オキナグサ個体数等の推移

調査開始時(2004年)のオキナグサの個体数は、2~3回区で55個体、1~2回区で115個体、1回区で62個体であった。個体数の推移は1~2回区で増加傾向にあったが、2~3回区と1回区ではほぼ横ばいであった(図3)。

開花個体数は、調査開始時の2004年は2~3回区で31個体、1~2回区で57個体、1回区で20個体であった(図3)。その後の調査年においても、開花個体数は1~2回区で最も多く、次いで2~3回区、1回区の順であった。開花個体数を全個体数で除した開花率を比較すると、2~3回区では43.5~58.7%、1~2回区で30.4~49.6%、1回区で27.4~32.3%であり、いずれの調査年でも2~3回区、1~2回区、1回区の順となつた(表3)。

結実個体数は、2004年は2~3回区で26個体、1~2回区で43個体、1回区で18個体で(図3)、いずれの調査年も1~2回区で多く、1回区で少なく、開花個体数と似た傾向を示した。結実個体数を全個体数で除した結実率は、2~3回区で19.4~47.3%、1~2回区で15.2~37.4%、1回区で3.6~29.0%であった(表3)。2006年以外は2~3回区で最も高い比率を、2006年には1~2回区で最も高い比率を示した。

実生数は、いずれの年も1~2回区で多い傾向にあった(図3)。ただし数の変動が大きく、最多は2006年の2~3回区の21で、最小は2007年の年2~3回区の1であった。

開花・結実した茎数の変化を図4に示した。開花茎数は、最多が2006年の1~2回区の199、最小が2005年の1回区の31であった。結実茎数は、最多が2004年の1~2回区の103、最小が2007年の1回区の2であった。開花茎数、結実茎数ともにその数自体は、いずれの年も1~2回区で多く、次いで2~3回区、1

表2 各調査区の植生状況と総合常在度表

調査区	2~3回区	1~2回区	1回区
プロット数	10	10	10
平均植生高 (m)	0.20	0.53	1.04
平均植被率 (%)	84.5	82.0	95.5
平均出現種数	11.8	16.7	12.6
平均シャノン指數H'	1.34	2.68	1.18
シバ	V 73.9	V 38.5	
トダシバ	V 40.4	V 50.6	IV 16.7
ススキ	III 64.5	V 100.0	V 100.0
ワラビ		I 49.2	V 41.3
オガルカヤ		IV 52.3	I 27.1
ニガナ	V 10.7	V 5.4	V 3.7
ネコハギ	V 20.7	V 12.8	V 5.2
メドハギ	V 21.9	IV 14.8	V 7.3
シバスゲ	IV 35.6	IV 8.9	IV 5.6
アリノトウグサ	III 9.2	IV 11.6	V 4.9
ニオイタチツボスミレ	IV 19.9	V 11.0	III 4.9
オトギリソウ	II 18.0	IV 22.1	V 10.6
オオチドメ	II 9.9	IV 7.0	III 3.4
フユノハナワラビ	II 9.5	III 7.6	II 3.0
スズサイコ	II 25.4	III 19.2	I 15.3
ツリガネニンジン	II 17.2	II 6.8	II 16.0
スズメノヒエ	V 25.2		
センブリ			IV 9.4
コウゾリナ	I 50.0	III 27.8	
コナスピ	I 8.8	II 6.3	I 3.0
コマツナギ		IV 43.9	
ヒメハギ	I 12.0	II 7.6	I 2.5
ミツバツチグリ		II 10.2	I 4.3
ナワシロイチゴ			III 3.8
サルトリイバラ		III 50.4	
ノアザミ	I 15.6	I 9.8	I 3.5
ネズミノオ	I 27.9	I 9.6	
ヘラオオバコ	I 21.0	I 14.9	
リンドウ	I 24.3	I 11.5	
アキノタムラソウ		I 9.5	I 10.3

出現回数2回以下の種は省略

I~Vは出現頻度を示す。 I:0~20%, II:20~40%, III:40~60%, IV:60~80%, V:80~100%

I~Vの横の数字は乗算優占度を示す

表3 各調査区の開花率と平均根際直径

項目	調査区	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年
開花率 (%)	2~3回区	56.4	58.7	50.0	43.5	49.2
	1~2回区	49.6	33.3	44.1	30.4	39.2
	1回区	32.3	29.0	27.4	27.9	29.1
結実率 (%)	2~3回区	47.3	25.4	21.2	19.4	30.5
	1~2回区	37.4	15.2	30.9	15.5	19.3
	1回区	29.0	21.0	16.1	8.8	3.6
平均根際直径 (mm)	2~3回区	6.4	5.9	5.8	6.2	5.6
	1~2回区	6.3	6.6	5.6	5.8	5.9
	1回区	5.3	5.8	5.6	5.2	5.6

開花率=開花個体数／全個体数、結実率=結実個体数／全個体数

回区の順であった。これらの傾向は概ね、開花個体数や結実個体数と同様であったが、1~2回区では年にによる変動が大きかった。

(3) オキナグサ個体の空間分布

各調査区におけるオキナグサ個体の分布位置を、開花のあった繁殖個体、開花のなかった非繁殖個体、実生に分けて図5に示した。2~3回区では、縦軸が

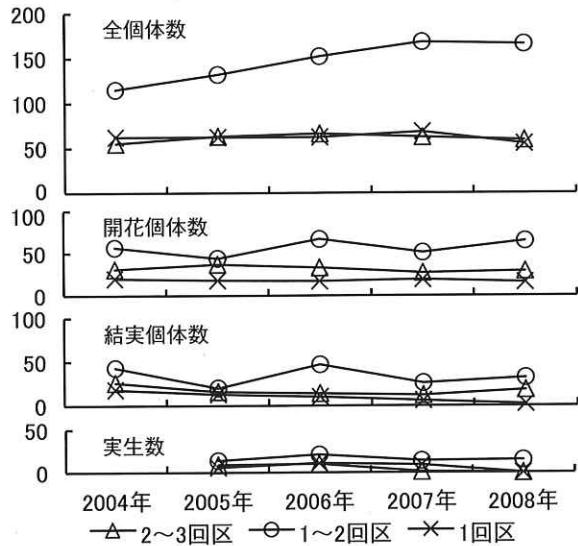


図3 個体数・開花個体数などの変化

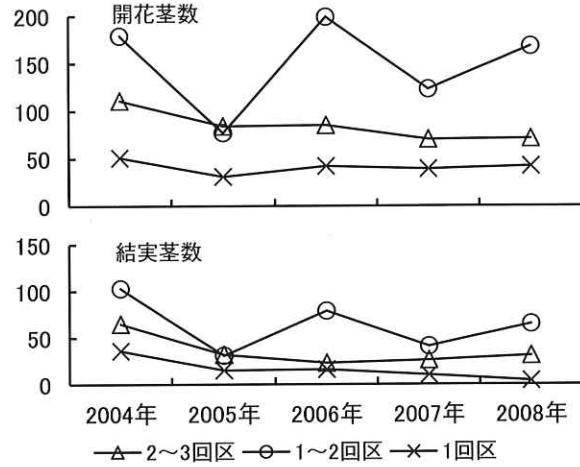
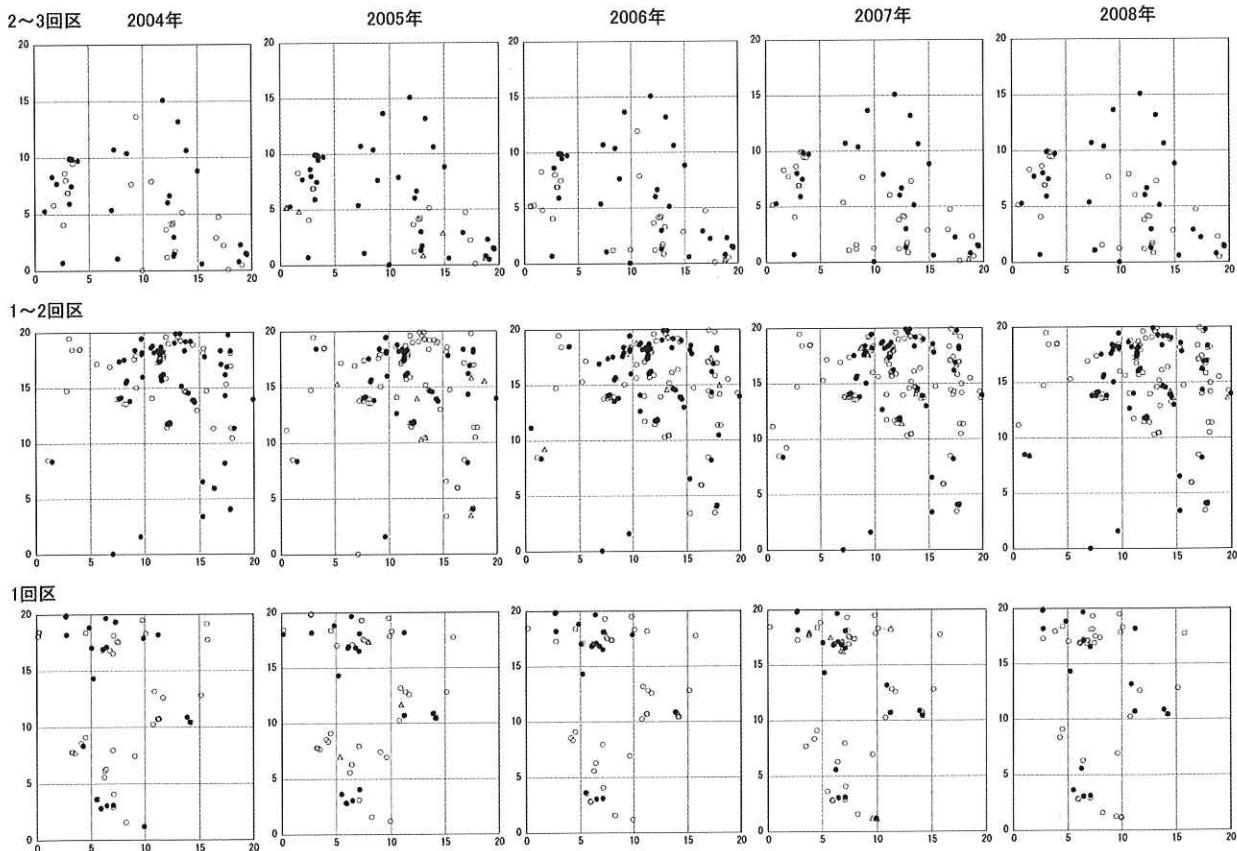


図4 開花茎数・結実茎数の変化



各軸の単位はm ●:繁殖個体 ○:非繁殖個体 △:実生

図5 各調査区・調査年における生育個体の位置

10mまでの範囲が分布の中心であった。1~2回区では、起点周辺では個体の分布が少なく、横軸、縦軸ともに10m以降の場所が分布の中心であった。1回区では、横軸が10mまでの範囲と、縦軸が10m以降の範囲が分布の中心であった。分布の傾向は異なるものの、いずれの調査区でも分布は一様でなく、偏りがみられた。また実生の分布も、調査全体に広がることはなく、既存個体が集中している付近に出現した。

また、いずれの調査区でも、2004年に開花した個体は、その後の調査年でも開花するものが多かった。一方、2005年の1~2回区では開花個体が少なかったが(図3)、前後の年には繁殖し、その年のみ繁殖していない個体が多く、年により繁殖・非繁殖を変える個体もみられた。

(4) 個体サイズと開花状況

根際直径を2mmごとに区分し、それぞれの直径階における個体数を集計した(図6)。いずれの調査区・調査年でも、根際直径が大きいほど繁殖個体が多く、根際直径が6mmないし8mm以上になると、半数以上の個体が開花する傾向にあった。最も多くの個体が

みられた直径階は調査年により若干異なるものの、2~3回区では6~8mmあるいは8~10mm、1~2回区では2~8mmまでのいずれかの直径階、1回区では0~2mmあるいは2~4mmであった。平均根際直径は、2~3回区で5.8~6.4mm、1~2回区で5.6~6.6mm、1回区で5.2~5.8mmであった。2005年以外は、2~3回区、1~2回区、1回区の順に大きく、いずれの年も1回区で最小であった(表3)。

2007年、2008年には、地上部サイズの指標として、葉の広がりについて、最も長い部分と短い部分の長さを測定した。地上部の葉の広がりを橢円形と想定して、その面積を算出し葉面積の近似値とした。2007年と2008年の調査区ごとに、根際直径と葉面積の関係を図7に示した。いずれの調査年、調査区においても、根際直径が大きくなるほど、葉面積は大きくなる傾向にあった。ただし、根際直径と葉面積の関係は、調査区によって異なり、とくに2~3回区では、根際直径の大きな個体であっても、葉面積は小さい個体が多くみられた。また、根際直径が5mm以上、葉面積が100cm²以上であると繁殖個体となる傾向があった。

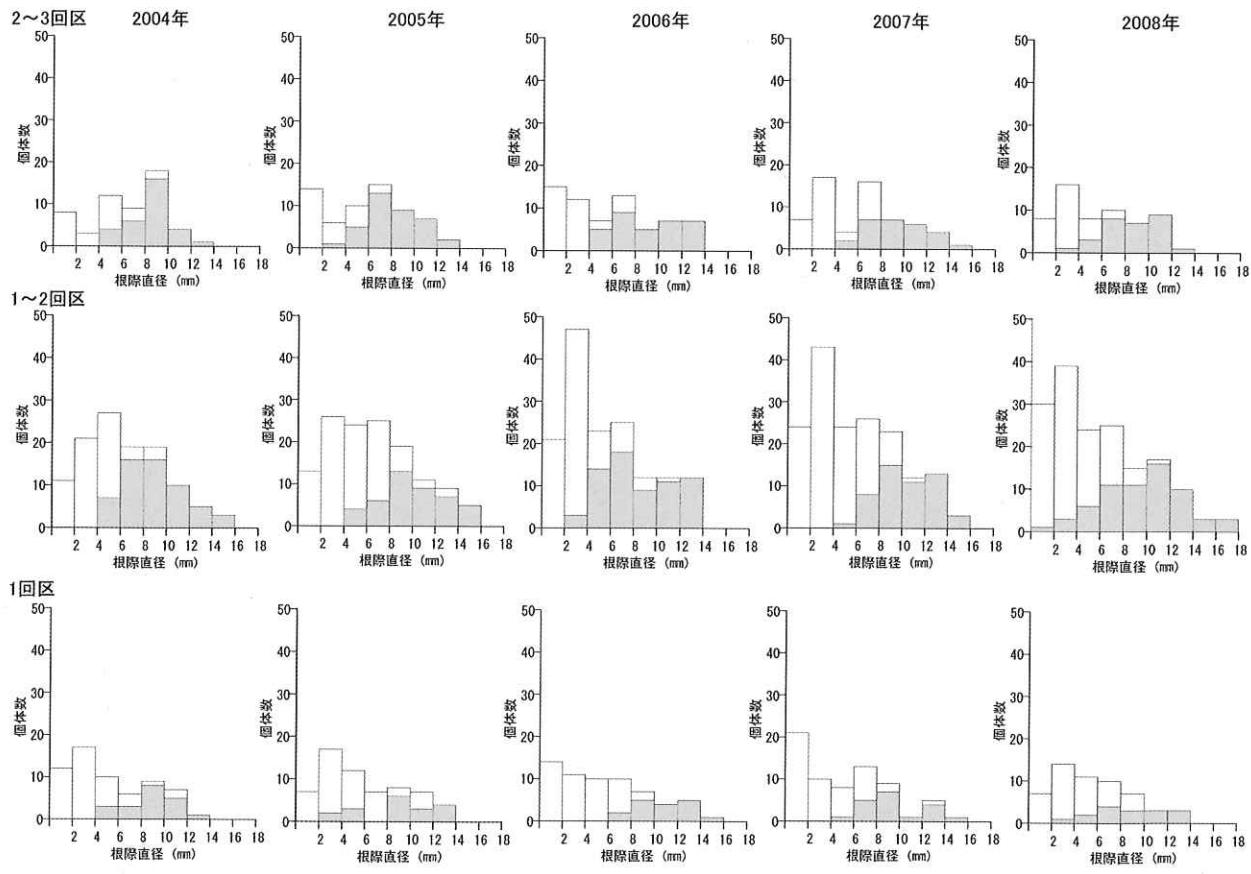


図6 各調査区・調査年における根際直径別の個体数

4. 考 察

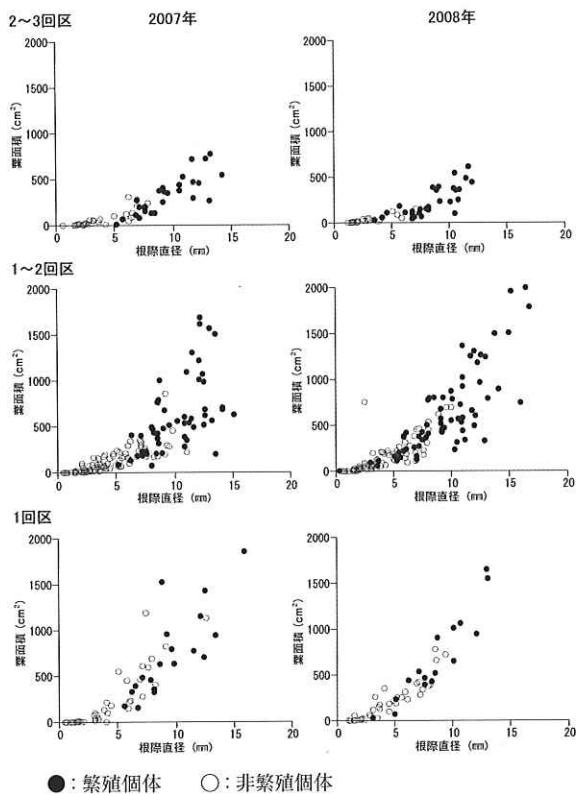


図7 根際直径・葉面積と開花との関係

(5) 人為圧による損傷

採取や踏みつけによる花茎の損傷は、2006年は2～3回区で13個体、1～2回区で24個体、1回区で7個体、2007年はそれぞれ9個体、24個体、5個体みられた。全開花個体数に対する損傷を受けた開花個体の比率は、2006年はいずれの区でも35%以上、2007年は25%以上で、調査区によっては50%近い比率の年もあった。また、2006年の2～3回区では花茎が損傷を受けた13個体のうち、まったく結実しなかったものが12個体、2007年の同区では損傷を受けた24個体全てが結実しておらず、踏みつけや採取を受けた花茎では結実も低下していた。なお表中には示さなかったが、絶滅危惧植物の大きな減少原因とされる盗掘については、両調査年を通じて3個体が盗掘とみられる理由で消失していた。

本研究で設置した3つの調査区は、いずれもイネ科草本が優占する半自然草原であるが、植生高や構成種には違いがみられた。我が国の半自然草原はシバ型、ススキ型、ササ型に区分され、シバ型は放牧による被食など強い搅乱下で成立し、ススキ型は搅乱の規模が小さな場で成立する(Itow, 1974)。調査区も刈り取りという人為を受けることで遷移が停滞しており、シバ型、ススキ型、その中間の型と位置づけることができる。

刈り取りによる影響としては、オキナグサ自体が地上部を失う直接的影響、競合種である周辺植物の組成や構造の変化による間接的影響の2つに大別できる。オキナグサは、4月から5月上旬に開花、5月下旬ごろまでに果実が成熟し、葉は10月末ごろまで残存するため(井上, 2005)、この期間内に刈り取りがあると地上部は直接的影響を受ける。以下、調査区ごとに個体数の変動や開花個体数に着目し、刈り取りとの関係を整理する。また刈り取り管理下では、本研究(図7)や既存の研究(Naito and Nakagoshi, 1994)で示されたとおり、根際直径と地上部のサイズに相関関係があるため、根際直径や葉面積を個体サイズの指標とみなした。

刈り取り頻度の最も多い2～3回区は、個体数の変動は小さかったが、開花率は最も高い傾向にあった(表3)。根際直径が比較的大きな個体が多く(図6)、平均根際直径も2006年以外は3つの区で最大であったが、葉面積の小さい個体が中心であり、開花率や結実率は高かった。この区では、地上部が展葉している間に1～2回の刈り取りを受ける。根際直径に対する葉面積の比率が小さいのは(図7)、刈り取りにより地上部が一旦失われ、その後再生したためである。その反面、頻度の高い刈り取りにより、周辺の植物の草丈も低くなり(表2)、シバ型草原を呈することで、光環境は最も良好となる。シバ型草原が本種の安定した生育地であることを示した既存の研究と同様(Naito and Nakagoshi, 1994)、本区のような刈り取り頻度であれ

表4 踏みつけなどの損傷を受けた繁殖個体の割合

調査区	2006年				2007年			
	開花 個体数	損傷 個体数	うち 未結実数	損傷率 (%)	開花 個体数	損傷 個体数	うち 未結実数	損傷率 (%)
2～3回区	33	13	12	39.4	27	9	9	33.3
1～2回区	67	24	15	35.8	51	24	24	47.1
1回区	17	7	6	41.2	19	5	5	26.3

損傷率：損傷を受けた開花個体数／全開花個体数

ば、個体数の維持や開花の確保が可能であると示唆された。その一方で、実生数が非常に少ない年もあるが、これはシバの極度な繁茂による可能性がある。実生の発芽・定着は表土の露出した場が適すると考えられるが、シバがマット状に被覆すると、このようなセーフサイトは著しく制限され、実生の発芽・定着が阻害されると考えられる。

1~2回区は、3つの調査区で唯一、個体数に増加傾向がみられた。開花個体数や実生数も、いずれの年も3つの区のなかで最も多かった。調査開始時の個体数に大きな差があるため、個体数自体の比較は難しいが、その変動からみると、3つの区の中で最もオキナグサの更新が順調に行われているとみられる。本区は植生高が0.5m程度であり、シバ、トダシバ、ススキが混成した植生である。実際に現地を歩くと、所々に、草丈の高い場所と低い場所がモザイク状に入り交じっている様子を目にすることができる。オキナグサの地上部は、数年に一度の刈り取りは受けけるが、個体へのダメージは上述のシバ型草原に比べると少ない。周辺の植物による被陰はシバ型草原に比べると大きいが、次に述べるススキ型草地に比べると大幅に小さい。このような中庸な条件は、本種の個体数を増加させるのに適していると考えられる。

一方、1回区では、個体数、その増加度合い、開花率、結実率のいずれも他の2区に比べて低く、個体サイズも小さい傾向にあった。このように、オキナグサ個体群の維持という面からは、3つの区の中では最も不向きといえる。本区は植生高が1mを越し、ススキが優占する高茎草本群落である（表2）。大型草本によりうっ閉した群落内では、地表付近に届く光は大幅に制限される。そのため、地表付近に葉を展開するオキナグサは、周囲を高茎草本に囲まれた劣悪な光環境の下で、生育が抑制されたと考えられる。

以上のように、刈り取り頻度の異なる条件で個体数の変動を追跡した結果、年2~3回あるいは年1~2回の頻度で刈り取りが行われる箇所では、オキナグサの個体数や開花個体を維持することが可能と考えられた。一方、刈り取り頻度が少なく、ススキが優占するような高茎草本群落では、かろうじて個体数は維持されるが、そのサイズは小さく繁殖には不利であることが示唆された。また、3つの調査区をつうじて、開花や結実を迎えるためには、根際直径などで指標される個体サイズが一定の大きさになる必要があることが判明した。多年生の草本はしばしば、繁殖可能になるために、一定以上の個体サイズに達する必要がある（Naito and Nakagoshi, 1994; Kachi and Hirose, 1985）。オキナグサが個体サイズを増すためには、葉を展開する春から秋に十分な光環境が保障されること

が必要である。刈り取り管理下における負荷としては、夏季の刈り取りによる個体へのダメージと、周辺の競合植物による被陰とがあげられるが、前者に比べると後者の要因の方が個体サイズに対してより強い負荷であることが示唆された。

最後に、自然公園として来訪者の利用に供する影響についてみると、相当数の個体が踏みつけや採取によりダメージを受けていることが明らかになった。オキナグサが生育する草原は、レクリエーションなどに適した草丈の短い環境である。そのため多くの来訪者が草原内に立ち入り、踏みつけや採取といった人為圧が働く。盗掘数は少ないとから、損傷の多くは、本種の希少性を知らずに生じた偶発的なものといえる。これらの対策としては、公園利用者への希少性や重要性のレクチャーなど、今後の普及啓発によるところが大きいであろう。5年間の個体数の変動をみる限り、今回の人為圧程度であれば、個体数の維持が可能であるともいえる。ただし、同じ三瓶山の他の生育地で調査されたオキナグサの個体群密度は、放牧地で20m四方に0.3~0.4個体/m²、火入れ地では同じく0.2個体/m²であった（内藤・高橋, 1998）。これらの密度に比較すると、今回調査を行った刈り取り草原の密度は決して高いものではなく、踏みつけや採取といった人為圧は大きな負荷になる可能性が高い。

今回の研究では、刈り取り頻度の違いはオキナグサの開花、結実等に影響し、その動態に差異を生み出すことが明らかになった。冒頭で述べたように、三瓶山山麓の草原は、刈り取り以外にも火入れや放牧といった管理で維持されている場所もある。今後、本種の地域個体群を維持していくためには、これら異なる管理での動態比較も課題であるといえる。今後はこれらを整理しながら、適切な保全方針を見いだしていきたい。

謝 辞

本研究にあたり、現地調査では井上陽子氏の協力をいただいた。フィールド管理などでは島根県立三瓶自然館・公益財団法人しまね自然と環境財団の方々に協力をいただいた。この場をかりて厚くお礼申し上げる。

引 用 文 献

- 中国農業試験場畜産部 (1994) 三瓶山牧野の変遷と残された課題.
- 中国農業試験場畜産部. 39pp.
- 井上雅仁 (2005) 三瓶山北の原における草原性植物のフェノロジー. 島根県立三瓶自然館研究報告 3: 51-55.

- 井上雅仁・高橋佳孝 (2008) 博物館における野外展示物としての草原性植物の開花状況と刈り取り管理との関係. ランドスケープ研究 71 (5) : 869-872.
- Itow, S. (1974) Phytosociological studies on grassland vegetation in western Japan. *Phytocoenologia* 1 (3) : 306-338.
- Kachi, N. and Hirose, T. (1985) Population dynamics of *Oenothera glazioviana* in a sand-dune system with special reference to the adaptive significance of size-dependent reproduction, *Journal of Ecology* 73: 887-901.
- 環境省自然環境局野生生物課希少種保全推進室編 (2015) レッドデータブック2014 - 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). ぎょうせい. 646pp.
- 永見山幸男 (1995) 国土地利用の概要. アトラス日本列島の環境変化 (西川治監修). 1-16. 朝倉書店. 東京.
- 内藤和明・高橋佳孝 (1998) 三瓶山牧野における絶滅危惧植物オキナグサの動態. 日本草地学会誌 44 (別) : 48-49.
- Naito K. and Nakagoshi, N. (1994) The conservation ecology of *Pulsatilla cernua* (Thunb.) Spreng (Ranunculaceae), an endangered species in Japan. In Applied Ecology (Eds. Song, Y., Dierschke, H. and Wang,X.) . East China Normal University Press. 263-269.
- 小椋純一 (2006) 日本の草地面積の変遷. 京都精華大学紀要. 30: 159-172.
- 高橋佳孝 (2004) 半自然草地の植生維持をはかる修復・管理法. 日本草地学会誌 50: 99-106.
- 高橋佳孝・井上雅仁・白川勝信・太田陽子・増井太樹・兼子伸吾・堤 道生 (2011) 西日本における半自然草地生態系と人間の福利に関する現状と傾向. 島根県立三瓶自然館研究報告 9: 1-24.
- 千田雅之 (1997) 三瓶山周辺の和牛飼養の変遷. 中国農試農業経営研究. 122: 70-105.
- 島根県環境生活部自然環境課 (2013) 改訂しまねレッドデータブック2013植物編～島根県の絶滅のおそれのある野生生物～. 島根県環境生活部自然環境課. 254pp.
- 小路 敦・山本由紀代・須山哲男 (1995) GISを利用した島根県三瓶山地域における景観変遷の解析. 農業土木学会誌 63: 847-853.