

放牧牛の排糞による植物の種子散布 — 単子葉草本 3 種の種子発芽能および放牧牛による種子摂取の経時変化 —

小原 道宏¹・小倉振一郎¹・宍戸 哲郎²・菅原 和夫¹

Seed dispersal by defecation of grazing cattle

-Seasonal changes in seed germinability of three monocotyledons and ingestion of seeds by cattle-

Michihiro OBARA¹, Shin-ichiro OGURA¹, Tetsuro SHISHIDO² and Kazuo SUGAWARA¹

キーワード：種子散布，種子摂取，排糞，発芽能，放牧牛

緒言

放牧地植生を構成する植物種の中には，種子が放牧家畜に摂取され，その後排糞により別の地点に散布され，そこで発芽・定着するものがある。この放牧家畜の糞を介した種子散布は，放牧地における家畜と植物との相互関係および植物の繁殖戦略を考える上で重要な現象である。また，放牧草地における植生遷移要因の一つと考えられている (Malo and Suárez 1995 ; Milton and Dean 2001) ことから，放牧地植生を管理する上で，その実態を明らかにすることは重要である。

この種子散布の最初の段階として，植物の種子が家畜に摂取されることが必要である。一般に，放牧家畜による植物の選択採食，すなわち植物種および部位の選択性は季節的に変化する。特に出穂・結実にもなう草冠構造および化学成分の変化は家畜の選択採食に大きな影響を及ぼすと考えられることから，放牧地植物の出穂・結実過程と家畜の採食状況との関係を知ることは重要である。

そこで本研究では，植物の出穂・結実および放牧家畜による種子摂取に着目し，我が国の草地に広く分布し，かつ放牧家畜の排糞により種子が散布されることが知られているハルガヤ (*Anthoxanthum odoratum* L.) (Watanabe ら 2002)，ミノボロスゲ (*Carex albata* Boott) (菅原・飯泉 1960 ; 菅原ら 1960 ; Watanabe ら 2002) およびケンタッキーブルーグラス (*Poa pratensis* L.) (井出ら 1999 a, 1999 b) をとりあげ，これらの種子生産量ならびに種子発芽能および放牧牛による種子摂取の経時変化を調べた。さらに，放牧牛によるこれらの植物の種子摂取量の算出を試みた。

材料と方法

調査は，東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター複合陸域生産システム部 (宮城県玉造郡鳴子町) 北山地区大尺牧区内の牧草地で 2003-2004 年

に行った。牧草地は林地 (広葉樹林，針葉樹林および灌木林を含む) とともに牧柵で囲まれ，1つのパドックを形成しており，ハルガヤ，ミノボロスゲ，ケンタッキーブルーグラスおよびレッドトップ (*Agrostis alba* L.) が優占している (高橋ら 2003)。調査期間中このパドック内には，黒毛和種育成牛 10 頭が 2003 年には 5 月 13 日から 6 月 27 日まで，2004 年には 5 月 13 日から 6 月 23 日および 7 月 20 日から 8 月 18 日まで放牧された。

調査対象草種をハルガヤ，ミノボロスゲおよびケンタッキーブルーグラスとし，2003 年 5 月 14 日に，供試草地内において各草種の優占群落を 2ヶ所選び，調査地点とした。ハルガヤは南斜面 (平均最大傾斜角 12.6°) および東斜面 (平均最大傾斜角 14.0°) の群落，ミノボロスゲは北東斜面 (平均最大傾斜角 10.5°) および谷 (平均最大傾斜角 5.6°) の群落，ケンタッキーブルーグラスは南東斜面 (平均最大傾斜角 6.6°) および谷 (平均最大傾斜角 5.6°) の群落である。

各優占群落内でその優占種の被度ができるだけ異なるようにして 20 cm × 20 cm の測定地点を 5 地点選び，2003 年 5 月 14 日から 7 月 29 日まで 10-30 日間隔で 5 回にわたり生存している穂密度 (本 /400 cm²) を測定した。

また，2004 年春 (ハルガヤ ; 5 月 12 日，ミノボロスゲ ; 5 月 15 日，ケンタッキーブルーグラス ; 5 月 21 日) には各群落内の優占種の出穂茎 50 本をランダムに選び，基部にタグを取りつけ，放牧牛による穂の採食の有無を放牧開始時または出穂時から放牧終了時まで 2-5 日間隔で調べ，被食率を求めた。さらに，各群落内の優占種の任意の穂 10 本について，穂の上部，中部および下部から果皮または穎に包まれているものを各 1 粒採取し，各群落で計 30 粒を採取した。そのうち種子が形成されているものの割合を種子形成率とし，それらを採取直後に 15 °C /12 時間，25 °C /12 時間の変温明条件下で 30 日間維持し，発芽率を調べた。これを出穂時から下種時または穂が倒伏し放牧牛による採

¹ 東北大学大学院農学研究科陸圏生態学分野

² 東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター

食が不可能となるまで 3-7 日間隔で行った。

さらに、

$$\begin{aligned} \text{推定種子摂取量 (粒/m}^2\text{/頭/日)} &= \text{種子密度 (粒/m}^2\text{)} \\ &\quad \times \text{種子形成率} \\ &\quad \times \text{被食率 (1/頭/日)} \end{aligned}$$

として、また、

$$\begin{aligned} \text{推定発芽可能種子摂取量 (粒/m}^2\text{/頭/日)} &= \text{種子密度 (粒/m}^2\text{)} \\ &\quad \times \text{発芽率} \\ &\quad \times \text{被食率 (1/頭/日)} \end{aligned}$$

として放牧牛による種子摂取量を求めた。

結果

各草種の優占群落内における穂密度は、ハルガヤで 0.3-97.7 本/400 cm²、ミノボロスゲで 44.7-61.8 本/400 cm²、ケンタッキーブルーグラスで 1.3-49.2 本/400 cm²であった (表 1)。2003 年 5 月 14 日の調査では出穂していたケンタッ

表 1. 牧草地における各草種の優占群落内の穂密度 (本/400 cm²)。

| 調査日 | ハルガヤ | ミノボロスゲ | ケンタッキーブルーグラス |
|-----------------|-------------------|--------|-------------------|
| 2003 年 5 月 14 日 | 70.3 | 47.6 | 1.3 ^{a)} |
| 5 月 24 日 | 75.9 | 61.8 | 35.4 |
| 6 月 16 日 | 94.2 | 48.4 | 49.2 |
| 6 月 29 日 | 97.7 | 44.8 | 34.7 |
| 7 月 29 日 | 0.3 ^{a)} | 44.7 | 1.7 ^{a)} |
| 平均値 | 84.5 | 49.5 | 39.8 |

n = 10.

a) 平均値の算出から除外した。

キーブルーグラスはわずかであり、7 月 29 日の調査ではハルガヤおよびケンタッキーブルーグラスの大部分の穂は枯死していた。それらの値を除いて求めた平均穂密度は、ハルガヤで 84.5 本/400 cm²、ミノボロスゲで 49.5 本/400 cm²、ケンタッキーブルーグラスで 39.8 本/400 cm²であった。穂密度のピークは、5 月下旬にミノボロスゲ、6 月中旬にケンタッキーブルーグラス、6 月下旬にハルガヤでみられた。

放牧牛による穂の採食と種子発芽能の変化をみると (図 1)、ハルガヤの穂が採食されたのは東斜面の群落のみであった (図 1 上)。穂が採食されたのは主に放牧初期の 5 月中-下旬であり、種子が発芽可能となった 6 月上旬以降にはほとんど採食されなかった。2つの群落で調査した 100 本のうち、放牧期間中に採食された穂の総数は 32 本であった。穂内での種子採取位置の違いによる発芽時期および発芽率に明確な違いはみられなかったため、各草種の発芽率の算出の際には種子採取位置を区別せずに扱った。ハルガヤの種子は 6 月上旬以降発芽するようになり、発芽率は 6 月下旬以降に高い値を示し、最大で 83% であった。

ミノボロスゲでは、発芽率の高くなる 6 月に放牧牛による穂の採食が確認された (図 1 中)。2つの群落で調査した 100 本のうち、放牧期間中に採食された穂の総数は 13 本であった。種子は 6 月上旬から発芽し始め、発芽率は 6 月に高い値を示し、最大で 73% であった。

ケンタッキーブルーグラスの穂の被食率をみると (図 1 下)、南東斜面の群落において出穂が認められるようになった 5 月下旬に最高値を示し、6 月上旬まで採食された。谷

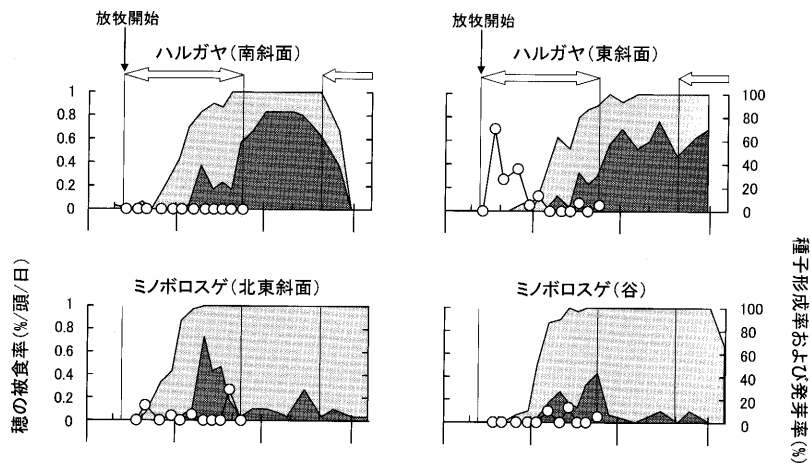


図 1. 牧草地における各草種の放牧牛による穂の被食率 (—○—) ならびに種子形成率 (▨) および発芽率 (■)。

n = 50 (穂の被食率) および n = 30 (種子形成率および発芽率)。最上部の白抜き矢印は放牧期間を表す。

の群落では6月上旬から穂が採食され始め、6月下旬まで採食され続けた。2つの群落で調査した100本のうち、放牧期間中に採食された穂の総数は38本であった。種子は春の放牧が終了した6月下旬以降8月まで発芽能を有し、発芽率は最大で70%であった。

本研究で得られたデータとこれまでに報告されているデータを用いて各草種の優占群落内における種子密度(粒/m²)を求めると、ハルガヤおよびミノボロスゲにおいてそれぞれ47,000および131,000粒/m²となった(表2)。また、

表2. 牧草地における各草種の優占群落内の1穂種子数、穂密度および種子密度。

| | ハルガヤ | ミノボロスゲ | ケンタッキーブルーグラス |
|-------------------------|------------------|-------------------|--------------|
| 1穂種子数(粒/穂) | 22 ^{a)} | 106 ^{b)} | — |
| 穂密度(本/m ²) | 2,110 | 1,240 | 995 |
| 種子密度(粒/m ²) | 47,000 | 131,000 | — |

a) 八谷ら(2002)より引用。

b) 渡辺ら(2003)より引用。

各草種における推定種子摂取量および推定発芽可能種子摂取量をみると(図2)、ハルガヤでは東斜面でのみ種子が摂取され、推定種子摂取量は最大29粒/m²/頭/日、推定発芽可能種子摂取量は最大14粒/m²/頭/日であった。またミノボロスゲでは北東斜面で6月中旬に多く、そのとき推定種子摂取量は最大350粒/m²/頭/日、推定発芽可能種子摂取量は最大60粒/m²/頭/日であった。

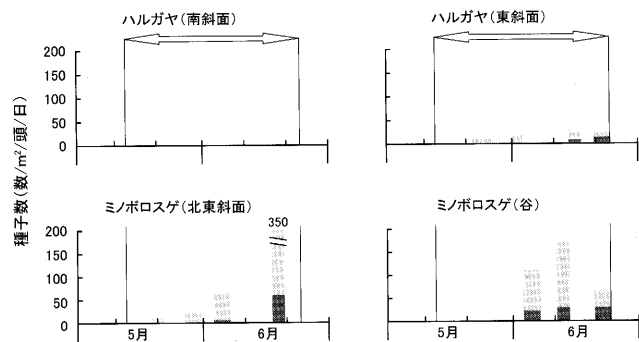


図2. 牧草地におけるハルガヤおよびミノボロスゲの放牧牛による推定種子摂取量(縞)および推定発芽可能種子摂取量(黒). 最上部の白抜き矢印は放牧期間を表す。

考察

本研究では、放牧家畜の排糞による種子散布が報告されているハルガヤ、ミノボロスゲおよびケンタッキーブルーグラスについて、放牧地における出穂・結実の季節変化と家畜による種子の摂取との関係について検討した。いずれの草種とも種子は放牧牛に摂取されたが、その時期および摂取量は草種間で大きく異なった。

ハルガヤでは放牧を開始した5月中旬にはすでに穂密度は大きかった(表1)が、調査期間を通じて推定種子摂取量は少なかった(図2)。これは、成熟した種子を含んだ穂は硬いために放牧牛に避けられたこと、あるいは穂が葉群よりも高い位置に存在したため、放牧牛の葉部採食時に穂が採食されにくかったことが原因として考えられる(小原ら2006)。

それに対して、放牧牛によるミノボロスゲ種子の摂取は、多くが6月上旬以降に行われており、種子発芽能が高まる時期と放牧牛による種子摂取時期とが合致した(図1および2)。この理由として、穂が葉群中に存在するため、放牧牛の葉部採食時に多くの種子が摂取されたことが一要因であると考えられる(小原ら2006)。しかも、十分に成熟し、発芽能を有した種子も摂取されていると推定された(図2)ことは、実態調査(小原ら2006)のように放牧牛の糞中から多くのミノボロスゲ実生が発芽した結果と一致する。また、7月下旬においても多くの穂が枯死せずに残っていた(表1)ことから、本調査で用いたパドックにおいて6月下旬以降も牛群が放牧された場合、ミノボロスゲはハルガヤおよびケンタッキーブルーグラスにくらべ長期間にわたって排糞による種子散布が起こりうる可能性が示唆される。

一方、ケンタッキーブルーグラスでは、出穂後から6月下旬まで放牧牛による穂の採食がみられた(図1)が、種子形成率および発芽率の高くなる6月下旬-7月中旬には供試パドックで放牧が行われなかったため、この期間に穂の採食が行われるのか否かは今回の調査からは明らかにすることはできなかった。しかし、7月下旬には大半の穂は枯死し(表1)放牧牛にほとんど採食されることはないことを考慮すると、排糞による種子散布は6月下旬-7月中旬に生じると推察される。

以上より、供試3草種の種子形成および成熟の季節変化と放牧牛による種子摂取時期が明らかとなった。特にミノボロスゲにおいて多くの種子が放牧牛に摂取されていると推定されたことから、放牧牛による種子摂取時期が、排糞による植物の種子散布に寄与していることが示された。しかし、種子が多数摂取される植物が糞中から多く発芽し、定着・優占化するとは限らない。したがって、家畜の排糞による植物の種子散布現象を包括的に把握するためには、家畜による種子摂取時の咀嚼および摂取後の消化が種子に及ぼす影響ならびに糞中への排出後の種子の発芽・定着に及ぼす影響について、今後検討する必要がある。

要約

放牧家畜の排糞による植物の種子散布現象を解明する一環として、植物の種子形成および成熟の季節変化と放牧牛による種子摂取時期との関係を調べた。ハルガヤ、ミノボロスゲおよびケンタッキーブルーグラスについて、春-初

夏の放牧期間中に、種子発芽能と放牧牛による種子摂取の経時的変化を調べ、放牧牛による種子摂取量を算出した。

ハルガヤの穂は主に5月に採食されたが、種子の発芽は6月以降に認められた。ミノボロスゲでは発芽率が高まる6月に多くの穂が採食され、推定種子摂取量は最大350粒/m²/頭/日となった。ケンタッキーブルーグラスでは主に穂の成熟前の5月下旬-6月下旬に採食がみられた。

以上より、放牧牛による種子摂取時期が糞を介した植物の種子散布に寄与していることが示された。

引用文献

- Malo J.E. and F. Suárez (1995) *J. Veg. Sci.*, 6:169-174.
- Milton S.J. and W.R.J. Dean (2001) *J. Arid Environ.*, 47:465-483.
- Watanabe N., A. Nishiwaki and K. Sugawara (2002) *Grassl. Sci.*, 48:142-145.
- 菅原亀悦・飯泉 茂 (1960) 日本草地学会誌, 5:144-145.
- 菅原亀悦・飯泉 茂・黒崎順二 (1960) 東北大学農学研究所彙報, 11:437-445.
- 井出保行・林 治雄・下田勝久・坂上清一 (1999 a) 日本草地学会誌, 45:157-162.
- 井出保行・林 治雄・下田勝久・坂上清一 (1999 b) 日本草地学会誌, 45:163-169.
- 高橋友継・小倉振一郎・菅原和夫 (2003) 東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター報告, 19:13-17.
- 八谷 絢・佐藤衆介・菅原和夫 (2002) 日本草地学会誌, 48(別):8-9.
- 渡辺也恭・西脇亜也・菅原和夫 (2003) 日本草地学会誌, 49:49-51.
- 小原道宏・小倉振一郎・宍戸哲郎・菅原和夫 (2006) 日本草地学会誌, 52:印刷中.