

ススキ優占群落地上部の炭素と窒素の構成に及ぼす火入れ と採草の影響

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者名	板野,志郎 坂上,清一 中神,弘詞 堤,道生
発行元	日本草地学会
巻/号	59巻1号
巻号補足	
掲載ページ	p. 29-32
発行年月	2013年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ススキ優占群落地上部の炭素と窒素の構成に及ぼす火入れと採草の影響

板野志郎*・坂上清一¹・中神弘詞²・堤 道生³

畜産草地研究所 (329-2793 栃木県那須塩原市千本松 768)

¹現在：北海道農業研究センター (062-8555 北海道札幌市豊平区羊ヶ丘 1)

²現在：畜産草地研究所 (389-0201 長野県北佐久郡御代田町塩野 375-716)

³現在：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)

受付日：2012 年 5 月 31 日 / 受理日：2012 年 10 月 3 日

キーワード：植生，ススキ草地，炭素窒素比。

Effects of Fire and Harvest Management on Carbon and Nitrogen Composition of the Aboveground Plant Community in a *Miscanthus sinensis*-dominated Grassland

Shiro Itano*, Seiichi Sakanoue¹, Koji Nakagami² and Michio Tsutsumi³

NARO Institute of Livestock and Grassland Science, Nasushiobara, Tochigi 329-2793, Japan

¹ Present address: NARO Hokkaido Agricultural Research Center, Sapporo, Hokkaido 062-8555, Japan

² Present address: NARO Institute of Livestock and Grassland Science, Miyota, Nagano 389-0201, Japan

³ Present address: NARO Western Region Agricultural Research Center, Ohda, Shimane 694-0013, Japan

Key words : Carbon-nitrogen ratio, *Miscanthus sinensis* grassland, Vegetation.

緒 言

ススキ (*Miscanthus sinensis* Anderss.) が優占する草地 (ススキ草地) は日本の代表的な半自然草地であり、多様な草原性生物種を保持する役割を担い (大窪 2002; 高橋 2002)、高い植物生産力を示す (例えば、吉田 1976; 板野ら 2008)。ススキ草地は、無施肥かつ採草や火入れによる地上部植物群落の栄養収奪環境で維持され、放棄すると森林相へ遷移する。

植物群落の維持には炭素と窒素の物質循環が強く関わっている。ススキ草地における物質循環過程では、炭素と窒素が、光合成と吸収により蓄積される一方、採草や火入れ、あるいは種々の分解者の働きによって放出される。植物体の炭素窒素比 (C-N 比) は有機物分解の速度に影響し、窒素の同化や無機化を制御する (DeRuiter ら 1993; Bloemhof・Berendse 1995)。それゆえ、ススキ草地においても植物群落内の炭素と窒素の構成量は草地の物質循環を制御し植物群落の維持を支えると考えられる。

Toma ら (2010) は、ススキ草地における火入れが植物群落と土壌間の炭素と窒素の循環に影響することを示した。採草や火入れで維持されるススキ草地は、これらの処理に対してススキの優占を促進するような植物群落の炭素と窒素の構成になっているかもしれない。種々の条件下でのススキ草地の植物群落の炭素と窒素の構成量の動きを明らかにすること

は、ススキ草地の維持機構に関する有用な知見になると考えられる。そこで本研究では、関東北部に位置するススキ草地において放棄、採草、火入れ、火入れ—採草の処理条件下での植物群落の植物種毎の炭素量と窒素量の動きを 3 年間調査し、処理がススキ草地の炭素と窒素の構成に与える影響を検討した。

材 料 と 方 法

対象は畜産草地研究所那須研究拠点 (栃木県那須塩原市) 内にある藤荷田山生態観測試験地 (北緯 36° 55', 東経 139° 57', 標高 308-325 m) の南斜面に位置する 2 ha の草地である。コナラ (*Quercus serrata* Thunb.) が優占する二次林を、1986 年 12 月に伐採した後火入れを行い、ススキを穂の状態で播種することによりススキ草地を造成した。聞き取り調査によると 1990 年まで採草処理を草地全体に行ったが、1990 年から 2001 年まで放置された。2001 年 (本試験処理の前年) の試験地の植生は、2002 年 9 月に行われた未処理区画 (後述する A 区と H 区) の植生調査 (板野ら 2008) から、依然ススキが優占する草地であったと推察される。

2002 年に放棄、採草、火入れ、および火入れと採草を交互に繰り返す 4 つの処理区に草地を分割した。放棄処理した区画 (A 区) は 1990 年以降の自然遷移に任せた状態にした。採草処理した区画 (H 区) は、毎年調査を終えた後の 10-12

*連絡著者 (corresponding author) : isis@affrc.go.jp

月に地上部を刈り払った後外部に持ち出した。火入れ処理した区画 (F 区) は、毎年 2 月に地上部を火入れした。火入れと採草を繰り返す区画 (FH 区) は、2002 年と 2004 年の 2 月に地上部を火入れし、2002 年 10 月に地上部を刈り払い外部に持ち出した。

調査は 2002–2004 年の間に実施された。各年の 9 月中旬–10 月上旬に、各区で任意の 6 カ所 (計 24 カ所) に 2m×2m のコドラートを設置し、コドラート内を地際で刈り取った。刈り取った植物体を種毎および枯死部に分別し、70°C で 2 日以上通風乾燥後、重量を測定した。加えて、刈り取り地点内でリター (1m×1m) を収集し、同様に乾燥重量を測定した。また、F 区において 2004 年の火入れをした翌日に、任意の 12 カ所 (各 0.5m×0.5m) で地上部の有機物が炭化した残渣 (以降、灰) をサンプリングし、同様に乾燥重量を測定した。乾燥したサンプルは粉碎し、CN コーダ (MT-700; ヤナコ社製) により炭素と窒素の含有量を分析した。各サンプルの乾燥重量と炭素と窒素の含有率から、各植物種、枯死部、リター、火入れ後の灰の単位面積あたりの炭素量、窒素量 (g m^{-2}) を計算した。

結果と考察

期間中にとられた全サンプル ($n=72$) に出現した植物種のうち、全処理区でススキの現存量が最も多く、期間中の地上部植物現存量の平均構成割合で 81.6% ($\text{SD}=10.2\%$) を占めた。ススキ以外の草本種の現存量構成割合は平均 6.4% ($\text{SD}=2.5\%$) で、木本種のそれは平均 12.0% ($\text{SD}=10.0\%$) であった。ススキ以外の草本種は 81 種、代表的な種としてヘクソカズラ (*Paederia scandens* (Lour.) Merrill var. *mairei* (Léveillé) Hara), トダシバ (*Arundinella hirta* (Thunb.) C. Tanaka), ヒカゲスゲ (*Carex floribunda* (Korsh.) Meinsh.), シバスゲ (*Carex nervata* Franch. et Savat.) が出現した。木本種は 42 種、代表種としてニガイチゴ (*Rubus microphyllus* L. fil.), アズマネザサ (*Pleioblastus chino* (Franch. et Savat.) Makino), タラノキ (*Aralia elata* (Miq.) Seemann) が出現した。

全処理区でススキの炭素量、窒素量の植物群落中に占める割合は大きかった (図 1)。試験期間中のススキの炭素量、窒素量は、A 区では減少傾向にあり、H 区では増加した (図 1)。F 区と FH 区は、2002 年からススキの炭素量、窒素量が A 区と H 区より高い水準で維持された (図 1)。A 区のススキ以外の植物種では、木本種の炭素量、窒素量が期間中急速に増加し、草本種の炭素量、窒素量は低い水準で推移した (図 1)。A 区以外では、ススキ以外の植物種の炭素量、窒素量は期間中低い水準で推移し、特に F 区と FH 区で顕著であった (図 1)。これらの結果は、放棄処理が草地から森林への遷移を進め、その結果植物群落中に占める木本種由来の炭素と窒素の割合が高まったこと、及び採草処理と火入れ処理、特に火入れ処理がススキの優占化を進め、植物群落中に占めるススキ由来の炭素と窒素の割合が急速に増加したことを示している。

リターの炭素量、窒素量は、期間中 A 区で高く維持され、

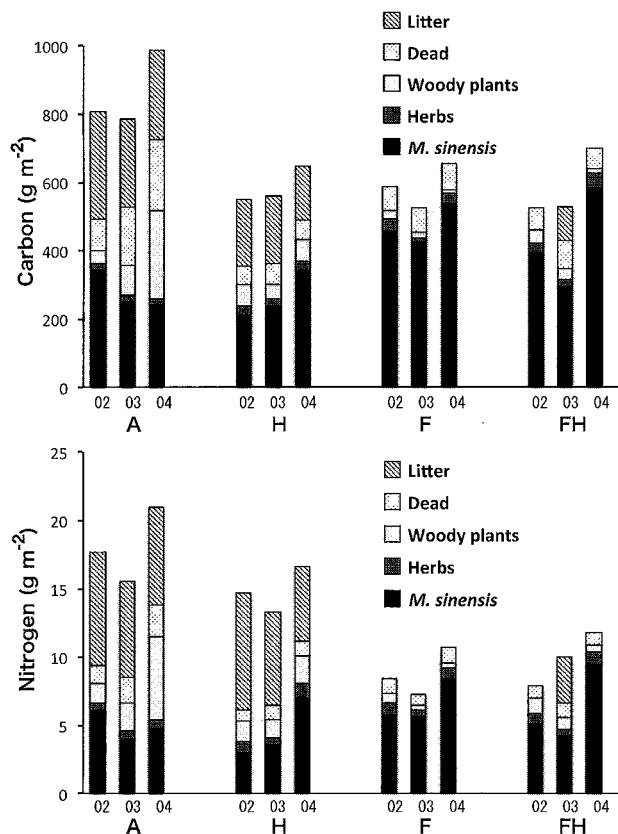


Fig. 1. Carbon and nitrogen mass of the plant community in a *Miscanthus sinensis*-dominated grassland. Plants and litter were sampled in September 2002 (02), 2003 (03), and 2004 (04), respectively. A, H, F, and FH indicate test plots, which were abandoned; harvested in October; burned in February; and burned in February 2002 and 2004 and harvested in October 2002, respectively.

H 区では減少傾向を示した (図 1)。F 区と FH 区の炭素量、窒素量は検出されなかった (2003 年の FH 区を除く、図 1)。これは 2 月の火入れ処理によりリターが消失したことによる。2004 年の F 区の火入れ後の灰の炭素量と窒素量の平均は、それぞれ 29.4 g m^{-2} と 1.1 g m^{-2} を示した。これは F 区の前年 (2003 年) の地上部の炭素量と窒素量のそれぞれ 4.5% と 11.0% に相当し、植物群落が保持する炭素量と窒素量の大部分が火入れ時に大気中に放出されたと考えられる (Toma ら 2010)。

ススキの C-N 比は全サンプルの平均値で 64 を示した (図 2)。他の草本全種と木本全種の C-N 比の平均値は各 35, 36 とススキより低い値を示し、ススキ以外の各植物種の炭素量、窒素量の植物群落中に占める割合も少なかった (図 2)。調査草地の植物群落は、C-N 比が高く、現存量も多いススキと、C-N 比が低く、現存量も少ない多数の植物種で構成される。そのため、本植物群落の C-N 比はススキ現存量の増減に強く影響を受けることになる。全サンプルの地上部植物群落の C-N 比 (リターを除く) は、A 区と H 区 (55 と 51) より F 区と FH 区 (67 と 63) で高い値を示した (図には示されていない)。これは C-N 比の高いススキの割合が火入れ処理に

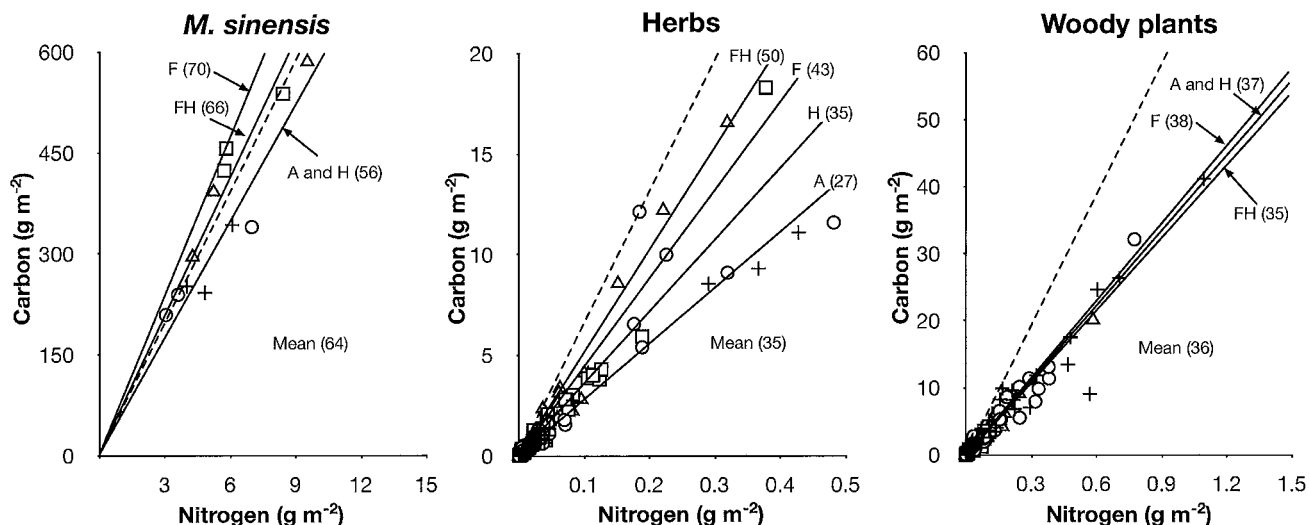


Fig. 2. Relationship between carbon and nitrogen in each plant in a *Miscanthus sinensis*-dominated grassland.

Pluses (A), circles (H), squares (F), and triangles (FH) indicate abandoned, harvested, burned, and burned-harvested plots. Values in parentheses indicate the carbon-nitrogen ratio (C-N ratio). Mean C-N ratios of *M. sinensis* plants, other herbs, and woody plants were calculated. Solid lines express the C-N ratio in each plot applied to $Y=aX$. Broken lines show the C-N ratio (=64) of *M. sinensis*.

より増加したためと考えられる。

調査期間の枯死部の C-N 比の平均は、ススキで 83、その他の植物種で 53 を示した。リターの C-N 比は 32 を示した。リターの分解過程では炭素が窒素より早く消失するため (Aber・Melillo 1980; Koukoura ら 2003)、リターの C-N 比は植物群落や枯死部より低くなったと考えられる。また、F 区の火入れ翌日の灰の C-N 比はリターと同等の 32 を示した。これは、火入れ時の植物群落から大気への炭素の放出が窒素の放出より高いことを示唆している。一般に土壌へ投入される有機物の C-N 比が 30 以上では分解が遅れ植物の窒素飢餓が引き起こされるといわれている。また、森林の林床の有機物層 (O 層) の C-N 比は 22-24 より大きい場合硝化が起こりにくいことが報告されている (McNulty ら 1996; Emmett ら 1998; 大浦 2010)。これらのことからススキ草地の植物群落から土壌へ堆積する有機物の C-N 比は高く、草地の植物群落は土壌中の窒素を利用しにくい状態にあると考えられ、C-N 比の高いススキの優占度が高いほどその程度は大きい可能性がある。Billore ら (1995) はススキ草地のリターの C-N 比が森林より高くなり、リターから土壌への窒素の流れが草地では森林より低くなることを示唆している。

ススキおよびその他の草本植物種の C-N 比は放棄処理で低く、火入れ処理で高くなる傾向、すなわち火入れ処理ではススキを含む草本植物種の窒素濃度が低くなる傾向を示した (図 2)。このことから、火入れ処理により草本植物種が土壌中の窒素を利用しにくくなっていることが示唆される。ススキは高い C-N 比特性により成長や維持に対する現存量当たりの窒素要求量は低いと推察される。それゆえ、採草や火入れによりススキ草地が維持されるのは、栄養収奪条件に対し C-N 比の高いススキが C-N 比の低い他植物より有利に生育できるからかもしれない。以上のススキ草地への栄養収奪条

件に対するススキ草種の適応性については今後検証すべき課題である。

引用文献

- Aber JD, Melillo JM (1980) Litter decomposition: measuring relative contributions of organic matter and nitrogen to forest soils. *Can J Bot* 58: 416-421
- Billore SK, Ohsawa M, Numata M, Okano S (1995) Microbial biomass nitrogen pool in soils from a warm temperate grassland, and from deciduous and evergreen forests in Chiba, central Japan. *Biol Fertil Soils* 19: 124-128
- Bloemhof HS, Berendse F (1995) Simulation of the decomposition and nitrogen mineralization of aboveground plant material in two unfertilized grassland ecosystems. *Plant Soil* 177: 157-173
- DeRuiter PC, Moore JC, Zwart KB, Bouwman LA, Hassink J, Bloem J, DeVos JA, Marinissen JCY, Didden WAM, Lebbink G, Brussaard L (1993) Simulation of nitrogen mineralization in the below-ground food webs of two winter wheat fields. *J Appl Ecol* 30: 95-106
- Emmett BA, Boxman D, Bredemeier M, Gundersen P, Kjønaas OJ, Moldan F, Schleppi P, Tietema A, Wright RF (1998) Predicting the effects of atmospheric nitrogen deposition in conifer stands: evidence from the NITREX ecosystem-scale experiments. *Ecosystems* 1: 352-360
- 板野志郎・堤 道生・坂上清一・中神弘詞・澤村 篤・住田憲俊・井上秀彦 (2008) 藤荷田山生態観測試験地におけるススキ草地の植生遷移および生産力、草地の動態に関する研究第 7 次中間報告 (梨木 守・板野志郎・坂上清一・堤 道生・下田勝久・加納春平編), 農業・食品産業技術総合研究機構畜産草地研究所草地動態モニタリング室資料平 19-1, 那須塩原, p61-70
- Koukoura Z, Mamolos AP, Kalburtji KL (2003) Decomposition of dominant plant species litter in a semi-arid grassland. *Appl Soil Eco* 23: 13-23

- McNulty SG, Aber JD, Newman SD (1996) Nitrogen saturation in a high elevation New England spruce-fir stand. *Forest Ecology and Management* 84 : 109-121
- 大窪久美子 (2002) 日本の半自然草地における生物多様性研究の現状. *日草誌* 48 : 268-276
- 大浦典子 (2010) 大気由来の窒素負荷が森林生態系の窒素循環および林床からの N_2O 放出に与える影響. *農環研報* 27 : 1-84
- 高橋佳孝 (2002) 草地学と保全 2. 草原生物多様性の保全の現場. 萌芽的な草原保全活動に期待する (巻頭言にかえて). *日草誌* 48 : 264-267
- Toma Y, Fernández FG, Nishiwaki A, Yamada T, Bollero G, Stewart JR (2010) Aboveground plant biomass, carbon, and nitrogen dynamics before and after burning in a semi-natural grassland of *Miscanthus sinensis* in Kumamoto, Japan. *G C B Bioenergy* 2 : 52-62
- 吉田重治 (1976) 草地学的に見たススキ型草地. ススキの研究日本のススキとススキ草地, 平吉功先生退官記念事業会, 各務原, p45-68

Synopsis

The carbon and nitrogen (C-N) mass of each plant was measured in abandoned, harvested, burned, and burned-harvested plots in a *Miscanthus sinensis* Anderss.-dominated grassland for three years. In the abandoned plot, the C-N mass of *M. sinensis* plants decreased and that of woody plants increased each year, whereas the opposite occurred in the harvested plot. The C-N mass of *M. sinensis* plants increased rapidly after burning. The C-N ratio of *M. sinensis* plants was higher (mean=64) than that of other herbs and woody plants (means=35, 36, respectively). The C-N ratio of *M. sinensis* plants and other herbs was higher in the burned and burned-harvested plots. The dominance of *M. sinensis* plants with a higher C-N ratio leads to an increase of the C-N ratio and lower nitrogen availability in the grassland plant community. Low nutrition conditions after burning may promote the dominance of *M. sinensis* over other plants.