

第VI章 総合論議及び結論

天北地方の基幹牧草であるオーチャードグラスについて、晩秋の草地利用と越冬性及び翌春の生育との関連を研究した。この結果、10月上・中旬に利用すると、養分貯蔵器官である茎基及び根の重量・炭水化物含有率とも低下し、翌春の生育が悪化することが明らかになった。この時期はアルファルファ等について GRANDFIELD²⁰⁾ により指摘された critical period—危険帯—に相当し、刈取りを避けるべきであると結論できる。

オーチャードグラスは危険帯に刈取られると、茎基への貯蔵物質の集積が中断されると同時に、再生のためにそれを消費した状態で越冬することになる。一方、危険帯前に刈取られると、再生後に再び養分を蓄積する時間的余裕があり、危険帯後に刈取られると、その時点までに越冬準備が既に完了しており、かつ、気温が低いために再生しないから、消耗もない。従って、天北地方において10月上・中旬に存在する危険帯は、気温の下降により牧草の生育が停止する時点から逆算して30日前（積算気温で表現すると270℃）の時期として一般化することが出来よう。

秋季の窒素施肥について、最終刈取り時期と施肥時期とを組合わせて検討した結果、施肥効果の内容によって9月中旬～10月上旬、10月中旬及び10月下旬以降の3時期に分かれる。すなわち、最終刈取りを危険帯前に終え、越冬までに十分吸収利用しうる量の窒素を10月上旬までに施肥した場合は、越冬器官が増大し、翌春生育を高める。10月中旬に施肥すると、茎葉は伸長するものの、茎基の炭水化物含有率が高まらないため、越冬性が低下する。従って、危険帯前に最終刈取りを行い、10月上旬までに施肥するのが合理的であり、この方法を限定した意味の秋施肥と呼ぶこととする。

低温のために牧草の活動が著しく低下している10月下旬以降に施肥すると、施肥窒素は殆ど吸収されず、茎基の炭水化物含有率の低下もないから、

栄養生理的にはこの時期の施肥は無意味である。ここで問題となるのは、牧草に吸収されずに土壌に残った窒素の冬期間の流亡であって、これが翌春の生育に影響する。この場合の施肥効果は施肥窒素の形態⁵³⁾、土壌の硝化活性、養分保持力あるいは降水量¹⁶⁾、等の影響を受け易いと推測され、安定した施肥効果が得られない。従って、この時期の施肥は早春施肥の代替の意味を持つにすぎない。

以上のように、晩秋の刈取り時期あるいは窒素の施肥と翌春の生育とは密接に関連している。このことは、草地管理技術を組み立てる場合、牧草の生活環を周年的に追跡する必要があることを示唆するものである。

そこで、従来重要視されていた早春施肥と前述の秋施肥とを対比検討した。この結果、(1)秋施肥によって越冬までに新分けつが多数発生し、茎基の乾物重及び窒素含有率は上昇し、一方、炭水化物含有率は殆ど低下しない。そして、翌春の萌芽期から栄養生長期の生育が盛んになるが、節間伸長期には秋施肥窒素が枯渇する。(2)早春施肥の乾物生産に対する効果は、萌芽期から栄養生長期にかけては僅かしか認められないが、節間伸長期において明瞭となることになった。

1番草の採草型利用の刈取り適期である穂揃期において、収穫物の大部分は出穂茎である。(3)出穂茎数は秋施肥によって著しく増加するが、早春施肥によっては僅かに高まるにすぎない。一方、出穂茎の1茎重の増加に対する秋施肥の効果は小さいが、早春施肥のそれは大きい。つまり、秋施肥は出穂茎数を増加させ、早春施肥は1茎重を高める。

以上のことから、秋施肥と早春施肥とは稲等における基肥と追肥との関係に相当する。

危険帯前に最終刈取りを終えた条件で、萌芽期から1週間々隔で時期を変えて、異なった量の窒素を施肥した結果によると、施肥時期が早いほど、

また、施肥量が多いほど1番草の収量は高かった。この場合、萌芽期から2週間までに施肥されると、出穂茎部分の収量が施肥量に対応して高まり、その茎数・1茎重とも増加したが、3週後（節間伸長始期）及び4週後の施肥では、出穂茎の1茎重が僅かに高まるものの、茎数は増えず、出穂茎部分の収量が微増するにすぎない。

以上のように、1番草の収量は出穂茎数を増加させることによって高まる。この出穂茎は前年の最終刈取り時に存在した既存茎であって、晩秋から翌春の栄養生長期までに出現した分げつは出穂に至らない。

さて、出穂茎は刈取られると生長点を失うために再生しない⁹¹⁾。それ故、1番草で出穂茎数を増加させて多収を計ることは、不再生茎を増加させ、2番草の生育に対して負の作用を及ぼすことが懸念される。しかし、2番草の再生及び収量は、1番草刈取り時の出穂茎数と相関性を全く示さず、栄養茎基（刈株）の窒素含有率あるいは含有量と正の相関を示した。このことは、天北地方の如き冷涼な気象環境では、1番草の出穂茎数を増加させる管理法を行っても、再生茎数が多数存在し、茎基の炭水化物も再生の制限要因とはならないことを意味するものである。

重窒素標識硫酸を用いたトレーサー法での実験によると、秋施肥された窒素は越冬時において茎葉には僅かしか存在せず、茎基に大部分が存在した。そして、この窒素のかなりの部分が翌春の1番草の茎葉に転流した。越冬時の茎基中に存在する窒素の約 $\frac{1}{3}$ は最終番草刈取りの茎基中に存在した窒素である。また、1番草刈取り時の茎葉中の窒素の $\frac{2}{3}$ は最終番草刈取り時の茎基中の窒素及び土壌窒素に由来した。従って、1番草に対する窒素の給源は、(1)前年最終刈取り時の茎基（刈株）の窒素、(2)秋施肥窒素、(3)早春施肥窒素、(4)土壌窒素、の4者が関与している。

オーチャードグラスは春と秋の2時期に分げつに発生が盛んである。しかし、各番草の収量を構成している分げつとその発生は栽植密度⁵⁸⁾あるいは窒素施肥量によって影響され、また、栽培地域によっては冬枯れまたは夏枯れの有無等によっても

異なる。

本研究においては、最終刈取り時における収量を構成している分げつを便宜上既存茎Aとしたが、その茎数は900~1,200本/m²であった。その後越冬時までに発生する分げつの数は、秋季の草地管理法によって大きく変動し、500~3,000本/m²の範囲であった。これら既存茎A及び秋発生分げつは越冬し、翌春には萌芽再生する。萌芽期から節間伸長始期までの栄養生長期には分げつが盛んに発生し、その数は600~2,600本/m²であった。また、晩秋の分げつ発生数と春のそれとの間には補完関係が存在し、両者の合計は3,000~4,000本/m²の範囲であった。

1番草の穂揃期における収量の約90%は既存茎Aによって占められ、残りの大部分は秋発生分げつであった。春発生分げつが収量を構成するのは、秋の分げつ発生を著しく抑制するような肥培管理をした場合のみであった。

オーチャードグラスは長日植物であり、GARDNER¹⁹⁾によれば限界日長は13時間であり、晩秋の短日日長及び50°F (10°C)の低温条件で花成誘導 (floral induction) され、春の長日条件下に花芽を分化し、出穂すると言う。星野³⁴⁾はオーチャードグラスの採種に関する研究のなかで、10月~2月に発生した分げつの有効茎歩合は80%以上であるとしている。また、天北農業試験場内での養水分を十分に与えた実験条件では、晩秋に発生した分げつも翌春に出穂する⁸²⁾。これらのことは晩秋に発生した分げつは翌春に出穂が可能であることを示す。

しかし、天北地方の標準的草地（株密度40~80株/m²）においては、秋発生分げつは翌春1番草では出穂せず、越冬した既存茎Aのなかから、通常の下で400~500本/m²が出穂し、最終刈取りや秋施肥等を適切に行うことにより出穂数は800本/m²に増し、そして、収量も著しく高まった。

1番草の刈取り後は栄養茎が再生する。栄養茎のうち比較的大きな分げつを既存茎Bと呼ぶと、この既存茎Bは既存茎Aのうち花芽を分化しなかったもの及び秋発生分げつと推定され、その数は1,200~1,500本/m²であった。この既存茎Bに加え

て、幼若な春発生分けつが500~700本/m²ある。これらのうち主として既存茎Bが栄養生長を続け、2番草の収量を構成した。また、2番草の生育中に分けつが新たに500~1,200本/m²発生するが、これらは既存茎Bが繁茂するにつれて脱落した。2番草刈取り後から3番草刈取り時までの期間については十分な追跡調査はしていないが、1番草刈

取り時の既存茎Bが再生を繰り返す、3番草の収量を構成していると推測される。

つまり、天北地方においては、夏枯れまたは冬枯れが殆どないので、秋発生分けつが1番草の生育期間中に次第に大きくなり、1番草刈取り時点で出穂茎が刈取られると、これに代わって栄養生長を続け、秋に花成誘導され、翌春1番草におい

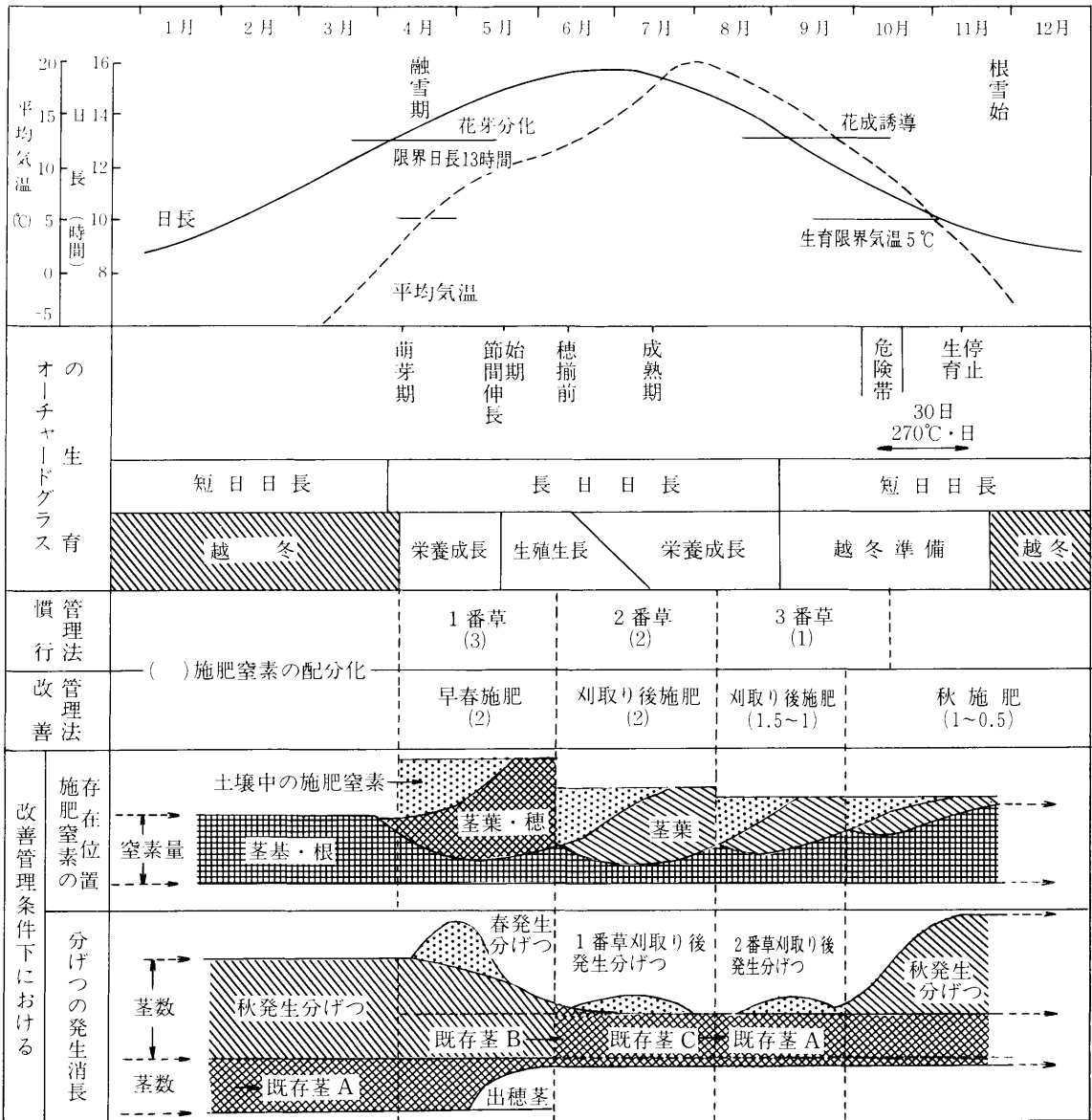


図12. 天北地方におけるオーチャードグラスの生育と管理法のモデル

て出穂するパターンを示すと推測される。一方、春及び1番草、2番草刈取り後に発生する分げつは、既存茎Bが何らかの原因で損傷・罹病して枯死した場合のみ、これに代わって伸長を続け、収量を構成すると考えられる。

以上の知見を踏まえて、年間の刈取り回数3回、9月下旬の最終刈取り(危険帯前)、年間の窒素施肥量15kgN/10aの条件で、窒素の各番草に対する配分法について、3年間に渡って試験を行った。この結果によると年間収量は、1年目においては差がなかったが、年を経るとともに次第に状況が変化し、3年目には秋季に重点をおいた施肥法が優れていることが明らかになった。この収量の経年変化にもっとも関与したのは1番草収量であり、2番草及び3番草収量は処理によってあまり変化しなかった。すなわち、1年目は同一植生から処理を開始したため、1番草の収量は窒素の施肥量に単純に比例した。しかし、2年目以降では施肥配分方法によって、晩秋におけるオーチャードグラスの栄養状態に差が生じ、越冬時までの新分げつ発生や、貯蔵物質等は相違するようになる。この結果、翌春の1番草の生育が変化し、秋に重点をおいた施肥配分区の収量が高まる。

栄養体が目的生産物である牧草においては、窒素の年間施肥量が同一であれば、施肥の回数または施肥配分が相違しても、各番草の収量が施肥に対応して変動するのみで、年間の合計収量は殆ど変化しないと従来言われていた^{27,78)}。しかし、本実験で得られたように、危険帯前に最終刈取りを行った条件では秋施肥を行うことにより年間収量をも向上させうる、と結論できる。

慣行的な春季重点施肥法では、最終刈取りの時期から越冬時までの生育可能期間において、牧草中に保有されている窒素は少なく、また、土壌中の施肥窒素も枯渇しているから、生育活動が停滞してしまう。これに対し、秋施肥を行うと、牧草

は活発な越冬準備が可能となる。つまり、本秋施肥によって年間収量が増加したのは、単なる施肥配分の影響ではない。最終刈取り後から越冬時までの生育を高め、この期間の光合成産物を翌春1番草に加算して収穫したと考えることができる。

この意味において、秋施肥は最終刈取り後の生育可能期間を有効化する方法であって、一種の生育期間を延長する技術として位置づけることができよう。勿論、当該期間内で享受しうる太陽エネルギーを牧草収穫として直接秋に利用する方法—晩秋利用草地^{24,26,89)}、電照栽培法⁵¹⁾—がある。しかし、前者は草地経営上の優れた技術であるが、越冬性の低下あるいは萌芽再生の遅延を招き、後者は光中断により休眠を打破しえても、秋の気温低下が急速な北海道では実用性がない。従って、高緯度積雪地帯では一危険帯前の刈取り・秋施肥—が有力な技術となりえよう。

以上論じて来た、(1)オーチャードグラスの生育に伴う分げつの発生・伸長・出穂・枯死、(2)利用による茎葉の切除・再生、(3)施肥窒素の土壌中の量、(4)オーチャードグラスの生育に伴う施肥窒素の存在部位、等を模式化して図12に示した。この模式図は多年性のオーチャードグラスを長期的に見て合理的に管理する上で役立つと考えられる。

ここで得られた知見を総括すると、高緯度・積雪・厳寒地という枠組下で草地生産性を向上させるためには、下記の点を留意すべきであると結論できる。

(1) 短い夏期を充分利用するために、春早くから速やかに茎葉を展開させ、5月から7月の日射量が多く、生育適温の期間に光合成効率を向上させる。

(2) 春の生育は当年春の管理よりも前年秋の越冬態勢に支配されているため、晩秋の管理が重要である。

第七章 要 約

高緯度積雪地帯におけるオーチャードグラスの周年管理に関して栄養生理的に研究し、結果を以下に示した。

1 最終刈取り時期

- (1) オーチャードグラスは10月上・中旬に刈取られると、越冬準備が中断され、さらに再生による貯蔵物質が消費される結果、越冬器官である茎基や根の乾物重及び炭水化物含有率は低下し、これらが原因して、翌春生育が著しく低下した。
- (2) この天北地方において10月上・中旬に存在する危険帯はオーチャードグラスの生育限界温度に下降する時点から日数で30日または積算温度で270℃を測った時期に当たる。

2 最終刈取り後の窒素の施肥時期

- (1) 秋季の窒素施肥はその時期によって翌春の生育に対する意義を異にし、(a)前期 9月中旬～10月上旬、(b)中期 10月中旬、(c)後期 10月下旬以降、の3時期に分かれる。
- (2) (a)前期においては、施肥されると越冬器官の増大充実を招来し、越冬性は低下せず、翌春生育が高まる。(b)中期の施肥は、越冬器官の窒素含有率を高め、炭水化物含有率を低める。なお、刈取りと重複すると再生を件うから、貯蔵物質の減少を助長する。このために、越冬性・翌春収量が低下する。(c)後期の施肥は、気温が下降した時期であることから、栄養生理的には意味がなく、その効果は施肥窒素の翌春までの土壌中における残存量に支配される。
- (3) 従って、危険帯前に最終刈取りを終え、前期に施肥することが合理的な秋施肥の方法であり、一方、中期の施肥は避けるべきである。後期の施肥は早春施肥の代替的意義を持つにすぎない。

3 秋施肥と早春施肥の相互関係

- (1) 萌芽期から節間伸長始期までの生育は、秋施肥が支配し、早春施肥の効果はあまり認められない。節間伸長始期に至ると秋施肥の窒素は枯渇し、代って、早春施肥が生育を律速する。
- (2) 穂揃期の収量は節間伸長を経た出穂茎がその大部分を占める。この出穂茎は秋施肥によって茎数が増加し、早春施肥によって1茎重が高まる。
- (3) つまり、秋施肥と早春施肥が1番草生育に対する役割は、稲などにおける基肥と追肥との関係に相当する。

4 1番草刈取り時の諸形質と2番草収量との関係

- (1) 1番草収量はこれを構成する出穂茎数と高い正の相関を示す。この出穂茎数は刈取りにより生長点を失うために再生しない。
- (2) 従って、1番草の出穂茎数を増加させて多収することは、2番草での不再生茎を増加させることになり、2番草生育に対し負の影響を及ぼすことが懸念された。
- (3) しかし、2番草の再生・収量は、1番草の出穂茎数とは相関性を全く示さず、栄養茎の茎基(刈株)の窒素含有率あるいは単位面積当たりの窒素と正の相関を示した。
- (4) この理由は、天北地方のような冷涼な気象環境では、再生茎数及び貯蔵炭水化物のいずれも十分に存在し、このような条件では茎基の窒素が再生・収量を支配するためである。

5 窒素の年間の施肥配分法

- (1) 危険帯前に最終刈取りする条件では、早春に重点を置いた慣行施肥法よりも、秋施肥を導入した施肥法が年間収量で多収した。
- (2) この理由は、秋施肥により最終刈取り後から越冬時までの生育可能期間における生育が旺盛となり、越冬時における貯蔵物質が増加する。この結果、翌春の1番草の生育が著しく高まることによる。

6 結 論

以上の諸点を総合すると、高緯度積雪地帯における牧草の生産性を向上させるには、融雪直後から茎葉の展開を促進し、5月～7月の日長が長く、日射量の多い時期の光合成能率を促進することが必要である。そして、早春の生育は、当年春の施肥管理よりも越冬器官の形質に影響されていることから、晩秋の草地管理は重要である、と結論出来る。

引用文献

- 1) ADAMS, W. E. and M. TWERSKY, 1960 : Effect of soil fertility on winter killing of coastal bermudagrass. *Agron. J.*, 52, 325-326.
- 2) 安達篤, 1976 : 牧草の越冬性, 第1報, 耐寒性の草種品種間差. *北草研報*, 10, 71-74.
- 3) 梶和一, 窪田文武, 鎌田悦男, 1972 : 牧草の乾物生産, 第1報, 光合成連続測定による牧草群落の乾物生産の計算と実測値の比較. *日草誌*, 17, 223-228.
- 4) ———, ———, ———, 1972 : ———, 第3報, 牧草の乾物生産と最適刈取り回数におよぼす吸光係数の影響. *日草誌*, 17, 235-242.
- 5) ———, ———, ———, 三田村強, 1973 : ———, 第10報, 土壤水分条件を異にしたオーチャードグラス草地の乾物生産量の推定. *日草誌*, 19, 283-291.
- 6) ———, ———, ———, 1977 : ———, 第14報, 気象生産力からみたオーチャードグラス草地の地域生産特性. *日草誌*, 23, 217-225.
- 7) 赤塚恵, 杉原進, 1973 : 混播草地に対する窒素施肥について—混播草による施肥窒素の吸収—. *日草誌*, 19, 215-231.
- 8) ANDERSON, O. E. and F. C. BOSWELL, 1964 : The influence of low temperature and various concentrations of ammonium nitrate on nitrification in acid sods. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 28, 525-529.
- 9) AUDA, H., R. E. BLASER and Ru Hu BROWN, 1966 : Tillering and carbohydrate contents of orchardgrass as influence by environmental factors. *Crop Sci.*, 6, 139-143.
- 10) BAKER, H. K., 1957 : Studies on orchardgrass as influence by environmental factors. *Crop Sci.*, 6, 139-143.
- 11) ———, 1960 : The production of early spring grass. I. The effect of autumn management and different levels of nitrogenous manuring on the production early spring grass from a general purpose lay. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 15, 275-280.
- 12) BAKER, B. S. and G. A. JUNG, 1968 : Effect of environmental condition on the growth of four perennial grasses. I. Response to controlled temperature. *Agron. J.*, 60, 155-158.
- 13) CARTER, J. N., O. L. BENNETT and REARSON, 1967 : Recovery of fertilizer nitrogen under field conditions using nitrogen-15. *Soil Sci. Soc. Arer. Proc.*, 31, 50-56.
- 14) COLBY, W. G., M. DRAKE, D. L. FIELD and G. KREOWSKI, 1964 : Seasonal pattern of fructosan in orchardgrass stubble as influenced by nitrogen and harvest management. *Agron. J.*, 57, 169-173.
- 15) DAVIDSON, J. L. and F. V. MILTHORPE, 1965 : Carbohydrate reserves in the regrowth of cooksfoot. *J. Brit. Grassl. Soc.*, 20, 15-18.
- 16) DEVINE, J. R. and M. R. J. HOLMES, 1965 : Field experiments comparing winter and spring applications of ammonium sulphate, ammonium nitrate, calcium nitrate and urea to grassland. *J. Agric. Sci.*, 4, 101-104.
- 17) DAVIES, I., 1965 : The influence of management on tiller development and herbage growth. *Technical bulletin No. 3*,

Welsh plant Breeding Station.

- 18) 江原薫, 佐々木統治, 池田一, 1965: 牧草の再生に関する生理生態学的研究, 第1報, オーチャードグラスおよびイタリアンライグラスの再生に及ぼす貯蔵養分および温度の影響. 日草誌, 10, 16-24.
- 19) GARDNER, F. P and W. E. LOOMIS, 1952: Floral induction and development in orchardgrass. plant Physiol., 24, 201-217.
- 20) GRANDFIELD, C. O., 1935: The trend of organic food reserves in alfalfa root as affected by cutting practices. J. Agri. Res., 50, 697-709.
- 21) 早川康夫, 1962: 根釧地方に分布する火山性土の理化学的特性と主幹作物の肥培法について. 道農試研報, 11.
- 22) ——, 橋本久夫, 1963: 根釧地方の牧野改良, 第2報, 牧野に堆積する植物遺体, 腐朽物質とこれが草地造成に及ぼす影響. 道農試集報, 12, 23-36.
- 23) ——, 奥村純一, 橋本久夫, 1964: ——, 第3報, 造成方式と牧草の発芽活着. 道農試集報, 13, 80-90.
- 24) ——, 宮下昭光, 1970: 放牧期間の延長, 第1報, Foggageの維持管理と利用限界. 北農試彙報, 97, 28-38.
- 25) ——, 伊藤康夫, 1973: 放牧期間の延長, 第4報, ASP用の草種の選定と晩秋放牧. 北農試研報, 104, 19-32.
- 27) 林 満, 新田一彦, 1971: 牧草の肥培管理技術の改善に関する研究, 第1報, 牧草に対する追肥時期と配分法に関する試験. 日草誌, 17(別号1), 21-22.
- 28) ——, 1973: 牧草の生育特性に関する研究, 生育温度と生育時期を異にする1番草の生育. 北農試研究資料, 2, 53-68.
- 29) 原田勇, 篠原功, 1969: 草地農業における加里輪廻に関する研究, 第2報, 牧草に対する土壌の加里供給の様相について. 土肥誌, 40, 184-191.
- 30) HIDES. D. H., 1978: Winter hardiness in *Lolium multiflorum* Lam. II. The effect of defoliation and nitrogen application as assessed by low temperature response in a controlled environment. J. Brit. Grassl. Soc., 33, 175-179.
- 31) 平島利昭, 能代昌雄, 1973: 極寒冷地における放牧草地の維持管理法, 第3報, 主要イネ科牧草に対する秋施肥効果. 日草誌, 19, 53-62.
- 32) ——, 1978: 根釧地における永年放牧草地の維持管理に関する研究. 道農試研報, 27.
- 33) 蛇沼恒夫, 小藤繁男, 佐々木正勝, 小針久典, 佐藤進一, 1966: 牧草地の最終利用時期が翌春の再生, 収量に及ぼす影響について. 東北農業研究, 10, 285-288.
- 34) 星野正生, 守屋直助, 金武フミエ, 1956: Orchardgrassの採種に関する研究. 農技研報告, G-12, 29-35.
- 35) HOWELL, J. H. and G. A. JUNG, 1965: Cold resistance of Potomac orchardgrass as related to cutting management, nitrogen fertilization and mineral levels in the plant sap. Agron. J., 57, 525-529.
- 36) 橋本勉, 竹内徳猪, 1968: イタリアンライグラスの年内刈取りによる貯蔵養分の推移が雪害に及ぼす影響. 日草誌, 14, 182-187.
- 37) 石田良作, 嶋村匡俊, 及川棟雄, 1974: 人工草地の植生構造, 第4報, オーチャードグラス人工郡落における基底被度と収量の関係について. 日草誌, 20, 125-129.
- 38) 石塚喜明, 早川康夫, 1954: 根釧地方に分布する摩周統火山性土の物性と地力維持に関する研究. 道農試研報, 5.
- 39) 伊藤睦泰, 中村民夫, 1974: 着生部位別にみたオーチャードグラス分げつの生育の季節変化, 特に母茎葉鞘内における分げつ芽の伸長について. 日草誌, 21, 1-7.
- 40) ——, ——, 1975: 刈取り頻度を異にするオーチャードグラス草地における茎数の季節変化にみた出現分げつの消長. 日草誌, 21, 1-7.

- 41) 婦山幸夫, 1967: オーチャードグラスの最終刈取り時期が収量に及ぼす影響. 日草誌, 別号 2, 25-26.
- 42) 川鍋祐夫, 吉原潔, 岡田忠篤, 上野昌彦, 1964: 牧草の夏枯れ防止に関する研究, 第 6 報, オーチャードグラスに対する刈取り時期および N 施肥の影響. 日草誌, 10, 45-46.
- 43) 北岸確二, 宮里正, 1959: 施肥に対する多年性牧草の反応, 第 1 報. 土肥誌, 30, 5-9.
- 44) 小島邦彦, 林兼六, 1964: 牧草炭水化物の生理化学的研究, 第 1 報, 牧草炭水化物の溶性区分について. 日草誌, 10, 199-205.
- 45) ——, 伊沢健, 1967: ——, 第 2 報, 草種による炭水化物特性について. 日草誌, 13, 39-49.
- 46) 小関純一, 高橋達児, 1975: 牧草の夏枯れ発生機作に関する研究, 第 1 報, 牧草の夏期生育に及ぼす梅雨の影響. 日草誌, 21, 308-316.
- 47) 近藤秀雄, 1973: 牧草地に対する秋施肥に関する研究, 第 1 報, オーチャードグラス草地の早春の生産性に対する秋施肥と春施肥の比較. 北農試研報, 106, 106-123.
- 48) ——, 原楨紀, 1977: 北海道における牧草のミネラル組成, 第 1 報, 道内若干草地における 1 番草の窒素, 燐, 加里, カルシウム, マグネシウム及びナトリウム含量について. 北農試研報, 118, 81-92.
- 49) 熊井清雄, 広瀬又三郎, 真田雅, 1963: 牧草の再生に関する研究, 第 X 報, 収量構成上からみたオーチャードグラスの分げつ群について. 農林省畜試研究速報, NO41, 85-88.
- 50) ——, ——, 桜井茂作, 真田雅, 1964: 牧草の再生に関する研究, II, オーチャードグラスの貯蔵炭水化物の季節消長について. 農林省畜試研報, 7 号, 59-63.
- 51) ——, 1969: 牧草の電照栽培. 農業技術 24, 574-577.
- 52) 楠谷彰人, 後藤寛治, 1978: オーチャードグラスの生産性に関する研究, 第 1 報, 個体植えにおける茎葉系の収量に対する貢献. 日草誌, 24, 102-107.
- 53) LAUGHLIN, W. M., 1962: Bromegrass response to rate and source of nitrogen applied in fall and spring in Alaska. Agron. J., 54, 60-62.
- 54) 前野休明, 江原薫, 1970: 牧草の再生に関する生理生態学的研究, 第 11 報, 牧草の再生に及ぼす窒素追肥の影響. 日草誌, 16, 141-144.
- 55) ——, ——, 1970: ——, 第 12 報, 刈株の諸形質と再生との関係についての考察. 日草誌, 16, 149-155.
- 56) ——, ——, 1970: ——, 第 13 報, 貯蔵物質の利用効率と再生力との関係について. 日草誌, 16, 156-161.
- 57) ——, ——, 1970: ——, 第 14 報, 貯蔵物質の利用効率に影響する要因について. 日草誌, 16, 162-167.
- 58) 丸山純孝, 1972: 施肥量および栽植密度を異にしたオーチャードグラスの分げつ生産. 東北大農研報, 24, 1, 15-54.
- 59) ——, 1976: Orchardgrass の分げつに関する研究, 第 2 報, 帯広地方における分げつの季節的消長. 帯広畜大研報, 10, 211-216.
- 60) 三木直倫, 佐藤辰四郎, 1982: 草地における表面施肥. 施肥位置と栽培技術, 土肥学会編, 71-75.
- 61) 名田陽一, 江原薫, 1970: 牧草の再生に関する生理生態学的研究, 第 17 報, 数種イネ科草種の生育段階別再生量と株・根の化学成分および分げつの関係. 日草誌, 16, 254-262.
- 62) 永井秀雄, 1967: 天北地方の泥炭地における放牧草地の造成管理, 第 3 報, 不耕起栽培法の施肥. 日草誌, 16, 226-227.
- 63) 西埜進, 和泉康史, 大橋尚夫, 小林道臣, 曾根章夫, 塚本達, 1966: 混播牧草の最終刈取り時期が翌春収量ならびに牧養力に及ぼす影響. 北農, 33, 12, 51-54.
- 64) 能代昌雄, 平島利昭, 1974: 極寒冷地域における放牧草地の維持管理法, 第 4 報, 主要イ

- ネ科牧草の貯蔵炭水化物蓄積に及ぼす秋の刈取りと施肥の影響. 道農試集報, 30, 75—84.
- 65) ———, ———, 1976: 冬枯れをうけたオーチャードグラス草地の生産性. 北農, 43, 8, 1—5.
- 66) ———, ———, 安達篤, 1976: 根釧地方における主要イネ科牧草の耐寒性. 北草研報, 10, 71—74.
- 67) ———, ———, 1978: 牧草の耐冬性に関する研究, 第1報, 北海道根釧地方におけるイネ科牧草の凍害と雪腐病大粒菌核病害. 日草誌, 23, 289—294.
- 68) 奥村純一, 坂本宣崇, 大崎玄佐雄, 関口久雄, 山神弘, 長江幸一, 安孫子茂, 斉藤利雄, 1972: 天北地方における草地生産性の現況解析, 第1報, 肥料3要素と草地の収量傾向. 北農, 39, 11, 18—31.
- 69) 奥村純一, 1973: 天北地方に分布する各種土壌とそれに対応する草地造成, 管理の基本方式. 道農試研報, 22.
- 70) 小野茂, 中島尚徳, 江原薫, 1968: 牧草の再生に関する生理生態学的研究, 第8報, 刈取りの時期と高さがオーチャードグラスの既存分けつの再生ならびに新分けつの出現に及ぼす影響について. 日草誌, 14, 10—19.
- 71) 大久保忠旦, 大泉久一, 星野正生, 松本フミエ, 1969: 草地生態系のエネルギー効率, 第1報, 数種牧草群落の乾物生産と光利用効率. 日草誌, 15, 138—149.
- 72) 大村邦男, 1982: 根釧火山灰草地の施肥改善, 第4報, 牧草の苦土欠乏症の発現について. 北農, 49, 8, 29—42.
- 73) 大崎玄佐雄, 中村文士郎, 奥村純一, 豊田広三, 1968: 天北地方の牧草に対する磷酸施肥法. 北農, 35, 10, 13—22.
- 74) ———, 奥村純一, 関口久雄, 豊田広三, 平島利昭, 1969: 天北地方の鉾質土壌における牧草肥料3要素試験とその欠除要素の施肥効果. 道農試集報, 19, 99—109.
- 75) 尾崎正春, 1979: オーチャードグラス雪腐大粒病の発生生態. 道農試集報, 42, 55—65.
- 76) REEVES, S. A. and G. G. MCBEE, 1972: Nutritional influences on cold hardiness of *St. augustinegrass*. *Agron. J.* 64, 470-450.
- 77) 酒井博, 川鍋祐夫, 藤原勝見, 1969: オーチャードグラス草地の乾物生産過程, 第1報, 季節間の生産量の比較. 日草誌, 15, 198—205.
- 78) 坂本宣崇, 奥村純一, 中村文士郎, 1971: 天北地方における草地の季節生産性に及ぼす施肥の影響. 北農, 38, 12, 12—27.
- 79) ———, ———, 1973: 晩秋から早春にかけての牧草の生育特性と肥培管理, 第1報, 秋期の刈取り時期が翌春の収量に及ぼす影響. 道農試集報, 28, 22—32.
- 80) ———, ———, 1974: ———, 第2報, 秋期の施肥時期が翌春収量に及ぼす影響. 道農試集報, 30, 65—74.
- 81) ———, ———, 1977: 牧草の周年栄養生理と肥培管理に関する研究, 第1報, 施肥法の相違が牧草生育の経年変化に及ぼす影響. 道農試集報, 36, 31—41.
- 82) ———, ———, 1977: 牧草の周年栄養生理と肥培管理, 第3報, 肥培管理が1番草の有穂茎数に及ぼす影響. 日草誌, 23, 別号, 61—62.
- 83) ———, 佐藤辰四郎, 山神正弘, 奥村純一, 1978: ———, 第5報, 1番草収量形成に関する土壌肥料学的一考察. 日草誌, 24, 別号, 157—158.
- 84) ———, 奥村純一, 1978: 牧草の周年栄養生理と肥培管理に関する研究, 第2報, 秋施肥の持つ意義. 道農試集報, 40, 40—50.
- 85) 佐久間勉, 成田武四, 1963: イネ科牧草とくにオーチャードグラスの雪腐病大粒菌核病について. 道農試集報, 11, 68—83.
- 86) 佐藤庚, 西村格, 伊藤睦泰, 1965: 草地における密度維持に関する生理生態的研究, 第2報, 栽植密度を異にするオーチャードグラス生育に伴う生産構造および体内成分の変化. 日草誌, 11, 151—159.

- 87) ———, ———, ———, 1967: ———, 第5報, 単一クローンで作ったオーチャードグラス草地における栽植密度, 窒素施肥量, 刈取り回数が分げつの消長および収量に及ぼす影響. 日草誌, 13, 128-148.
- 88) 佐藤徳雄, 酒井博, 藤原勝見, 川鍋祐夫, 1972: オーチャードグラス草地の株の状態と収量に及ぼす窒素施肥の影響. 日草誌, 18, 1-7.
- 89) 沢村浩, 鈴木慎二郎, 高野信雄, 山下良弘, 1971: 乳牛の晩秋用草地の特性と利用. 畜産の研究, 25, 687-690.
- 90) 関口久雄, 奥村純一, 1973: 天北地方の鉾質土壌における各種造成法と施肥について. 道農試集報, 26, 69-70.
- 91) 関塚清蔵, 1958: イネ科牧草類の生育過程と栽培理論, [2]. 畜産の研究, 12, 8-12.
- 92) SMITH, D., 1964: Winter injury and the survival of forage plants. *Herbage Abstr.*, 34, 203-209.
- 93) SMITH, D. and R. D. GROTELUES-CHEN, 1966: Carbohydrates in grasses. I. Sugar and fructosan composition of the stem bases of several northern-adapted grasses at seed maturity. *Crop Sci.*, 6, 236-266.
- 94) SULLIVAN, J. T. and V. G. SPRAGUE, 1952: Reserve carbohydrate in orchardgrass cut for hay. *Plant physiol.*, 27, 303-313.
- 95) 田口啓作, 高橋直秀, 喜多富美治, 吉田稔, 1964: 飼料作物の生理生態に関する研究, 第1報, 主要豆科牧草の播種当年における最終刈取り時期が越冬性並びに次年度の生育収量に及ぼす影響. 北大農場報告, 12, 97-105.
- 96) TYLER, K. B. and cap. BROADBENT, 1958: Nitrogen up take by ryegrass from three tagged ammonium fertilizers. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 22, 231-234.
- 97) WARD, C.Y. and R. E. BLASER, 1961: Carbohydrate food reserves and leaf area in regrowth of orchardgrass. *Crop Sci.*, 1, 366-370.
- 98) 渡辺潔, 1975: オーチャードグラスの再生に及ぼす季節, 刈取り並びに施肥に関する研究. 東北農試研究, 49.
- 99) 山神正弘, 奥村純一, 1976: 晩秋から早春にかけての牧草の生育特性と肥培管理, 第3報, 模擬的越冬実験による越冬再生過程での施用窒素の動きについて. 道農試集報, 34, 41-50.
- 100) 山田忍, 1951: 火山性土の凍結並に融解作用が土壌と作物に及ぼす影響とこれの対策に関する研究 (第1報). 土肥誌, 21, 268-279.

Rep. Hokkaido Prefect. Agric. Exp. Stn. No.48 1984.

Studies on the management of orchardgrass sward in Tenpoku district (Northern Hokkaido)

by

Nobumitsu SAKAMOTO

Summary

Tenpoku district is located in the northern part of Hokkaido. The climate is characterized by a cool summer and a winter of heavy snow. Orchardgrass is the most common grass in this district because of its high reproductivity and persistence. The present studies deal with management of orchardgrass sward in Tenpoku district.

The summary of results obtained is as follows :

I Effect of time of cutting (in autumn) on the yield (in the following spring) :

The yield in the following spring is lower , if cutting done in early October , than if it is done earlier or later. This is because , when cutting is done during this period , the carbohydrate content in stubble is decreased due to interruption of photosynthesis. When cutting is done in early October , the yield at the first cutting is low because regrowth in spring is retarded and the number of tillers which produce heads are decreased .

For these reasons early October is considered to be the critical period for the survival of orchardgrass during wintering in Tenpoku district.

In general , the critical period might be found by counting backwards 30 days (an accumulative total of 270°C as the sum of daily temperatures) from the date when the grass stops growing due to low temperature (mean temp. 5°C) in late autumn.

II Effects of time of fertilizer application in late autumn :

Time of fertilizer application can be divided into three categories i.e. application during the periods : (a)

early (middle September-early October), (b) *middle* (middle October-early November), and (c) *latter* (early-late November).

When the *early* application is made , orchardgrass has a long enough period in which to absorb the nutrients of the applied fertilizer and also to produce the dry matter of storage organs such as stubble and roots , in autumn. Growth in the following spring becomes more active, and the dry matter yield at the full heading stage (middle June) is higher. However, the amount of available nitrogen in the soil is frequently insufficient in spring , because a large proportion of fertilizer nitrogen applied in early autumn is absorbed by plants in autumn and the rest is lost from the soil due to leaching . Consequently an application of nitrogen fertilizer in early spring is effective for the yield at 1st cutting.

When the *middle* application is made , the plants absorb fertilizer nitrogen , but the weight of storage organs does not increase and the content of available carbohydrate in the stubble decreases. Moreover, when both cutting and fertilizer application are done during this period, the available carbohydrate content decreases remarkably due to regrowth in autumn and growth in the following spring is extremely poor.

When the *latter* application is made, the applied nitrogen is not absorbed by plants due to the low temperature, and its effects depend upon the amount of it which remains in the soil until the following spring.

III Interactions between nitrogen applications in autumn and spring :

If fertilizer nitrogen (10-40 kg/ha) is applied immediately after cutting (which must be done before the critical period) and then fertilizer nitrogen (20-80 kg/ha) is applied again in the next spring (middle April), the following occurs :

Tiller number increases , the nitrogen concentration in the stubble increases and the carbohydrate content slightly decreases until wintering. The growth rate from sprouting time until the vegetative stage in the next spring , is dependent upon the amount of nitrogen applied in autumn. The growth rate during internode elongation is dependent upon the amount of nitrogen applied in spring . The vast majority of dry matter (at the full heading stage) is composed of tillers which have elongated internodes . For this reason, the effect (upon the yield at the 1st cutting) of nitrogen applied in (a) autumn and (b) spring , is seen in the increase of (a) the number of tillers and (b) the weight of each tiller, respectively.

IV Relationship between number of heading tillers at 1st cutting and regrowth after 1st cutting :

The present experiment deals with the relationship between number of tillers and the 2nd growth on the orchardgrass sward which had been treated with final cutting and nitrogen application in the late previous autumn and in early spring.

The yield at 1st cutting is positively correlated with the number of headed tillers. When a headed tiller is cut , it does not regrow due to lost a growing point . Therefore, it can be anticipated that a high yield from the 1st cutting results in a low yield from the 2nd cutting.

However , in actual fact, the regrowth rate after the 1st cutting is not correlated with the number of headed tillers at 1st cutting, but is proportional to the nitrogen content in the stubble.

Therefore it can be concluded that an increase in the number of headed tillers which results in a high yield from the 1st cutting does not necessarily produce any adverse effect upon regrowth.

V Effects of fertilizer nitrogen application method :

A 3-year experiment was conducted. In this experiment, orchardgrass sward was cut three times a year, and the following four different treatments (in which 150 kg/ha/year was split into several amounts) were applied during different seasons.

Treatment 1 : All N. was applied before sprouting in early spring.

Treatment 2 : 75 Kg and 50 and 25 Kg of N. were applied : before sprouting, after the 1st cutting (middle June), and after the 2nd cutting (early August), respectively (i.e. conventional method).

Treatment 3 : 50 kg , 50 kg , 25 kg and 25 Kg of N. were applied : before sprouting , after the 1st , after the 2nd, and after the 3rd cutting (late September), respectively.

Treatment 4 : 25 kg , 50 kg, 75 kg of N. were applied : before sprouting , after the 1st and after the 2nd cutting , respectively .

In the first year, initial growth began under the same conditions of sprouting, irrespective of the treatments. The growth rate during the subsequent stages, until the 1st cutting, was proportional to the amount of nitrogen applied in early spring. The yields and the number of tillers of second growth were similar for Treatments 2, 3 and 4, because these three treatments received an equal amount of nitrogen after the 1st cutting. The yield from the 3rd cutting was proportional to the amount of nitrogen which had been applied after the 2nd cutting. The weight and the number of tillers decreased under Treatment 1 because of a nutrient deficiency. On the other hand, under Treatment 3, tillering was active due to nitrogen application after the 3rd cutting i.e. the physiological conditions and yield components at sprouting time were different for the 2nd and 3rd years as compared to the first year.

Therefore, under treatments 3 and 4, in the 2nd or 3rd year of the experiment the yield from the 1st cutting was remarkably higher than it had been in the first year.

Consequently, in the first year, no distinctive difference in the annual yield was observed between the treatments. However, in the subsequent two years, Treatments 3 and 4 gave rise to a larger annual yield than did the other treatments.