

人工草地の自然下種に関する生態学的研究(2):

誌名	日本草地学会誌
ISSN	04475933
著者	Yang, Z. 菅原, 和夫 伊藤, 巖 丸山, 純孝 福永, 和男
巻/号	33巻2号
掲載ページ	p. 102-108
発行年月	1987年7月

人工草地の自然下種に関する生態学的研究

II. オーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L.) の種子登熟歩合と自然落下率および春の刈取りが種子生産に及ぼす影響

楊 中艺*・菅原和夫*・伊藤 巖*・丸山純孝**・福永和男**

要 旨

楊 中艺・菅原和夫・伊藤 巖・丸山純孝・福永和男 (1987): 人工草地の自然下種に関する生態学的研究, II. オーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L.) の種子登熟歩合と自然落下率および春の刈取りが種子生産に及ぼす影響. 日草誌 33, 102-108.

待機利用条件下におけるオーチャードグラスの種子登熟歩合と自然落下率の変化および春の刈取りが種子生産に及ぼす影響を検討するため、帯広と川渡において実験を行った。主要な結果は以下のとおりである。

1) 出穂開始の約 70 日後に約 50% の種子が自然落下し、この時点ではすでに種子の大部分が発芽能力を有していた。したがって、利用の待機期間をこの時期までとすれば、確実に自然落下種子量を確保することができるものと考えられる。

2) 5月28日から6月10日(出穂開始日)までに帯広で行った刈取り実験では、早い時期の低刈りおよびやや遅い時期の高刈り処理によって、出穂茎の形成がある程度促進され、出穂1週間前までの刈取り処理のほとんどが種子の生産に大きな影響を及ぼさないことが認められた。しかし、出穂の3日前以降の刈取り処理におけるオーチャードグラスの出穂率、種子の千粒重および発芽率は著しく低下した。

3) オーチャードグラスの春の刈取りによる地上部除去量と幼穂の被害率との間に S 字曲線を示す関係が認められた。地上部除去量が 40 cm 以上になると、幼穂の被害率が急激に増加した。したがって、春の利用量がこれ以下であれば、種子生産に及ぼす影響がほとんどないものと考えられる。

4) 帯広と川渡のいずれにおいても出穂の10日前までの刈取り処理では、オーチャードグラスの出穂に及ぼす被害はほとんど認められなかった。

以上の結果から、オーチャードグラスの春における利用は、適切であれば、種子生産に及ぼす影響がほとんどないことが明らかになった。自然下種による植生回復を効率よく行うための種子量を確保するためには、出穂の10日前から70日後までの休牧期間が必要である。

キーワード: オーチャードグラス, 刈取り, 自然下種, 種子生産, 待機放牧。

前報では、慣行的放牧利用条件のもとでの放牧地におけるオーチャードグラスの自然下種の実態およびそれが植生回復に及ぼす効果について検討した⁹⁾。自然下種による草地更新の成否においては、牧草群落の種子生産能力が極めて重要な要因となる。すなわち、既存個体による種子生産を確保するために、一定期間の休牧が実施されるが、その実施の期間は種子の登熟歩合や自然落下率から決定されねばならない。また、畜産経営上はできるだけ休牧期間を短くし、春に生産された牧草を1度利用した後に休牧を実施することが望ましく、それには牧草

の春の利用が種子生産に及ぼす影響についての検討が必要である。これまでもそれらに関連したいくつかの報告がみられるが^{1,2,3,5,8)}、休牧期間の決定については、自然下種の視点からみた牧草の生殖生長過程のさらに詳細な検討が必要と考えられる。

本報では、種子成熟のための休牧期間を検討するため、オーチャードグラス (*Dactylis glomerata* L., 以下 OG と略す) を対象に、その種子の登熟と自然落下の経過を追跡した。また、春の刈取りが種子生産に及ぼす影響についての検討も行った。

材料および方法

実験 1: OG の種子登熟歩合および自然落下率の調査は東北大学農学部附属草地研究施設内(川渡)の1982

* 東北大学農学部附属草地研究施設 〒989-67 宮城県玉造郡鳴子町川渡

** 帯広畜産大学草地生態学研究室 〒080 帯広市稲田町

年に造成された草地で、1985年および1986年に実施した。なお、供試品種はフロード（中晩生）であった。登熟初期から2日ごとに穂を10本ずつ採取し、穂長、穂重、1穂種子数、1穂種子重および種子千粒重を測定した。穂の採取期間は1985年は7月1日から8月1日まで、1986年は7月2日から8月1日までとした。採取初期の1穂種子数 (sn) と穂長 (EL) との間には高い相関関係 (1%水準) が認められたので、穂長 (cm) あたりの種子数 (sn/EL) を算出し、その値の規則的低下が始まる以前の平均 sn/EL を自然落下が開始する前の穂長あたりの種子数 (SNo) とし、その後のある時点 t の sn/EL を SNt とした。したがって、t 時点までの種子自然落下率は、(SNo - SNt)/SNo から求めた。発芽試験は湿した紙で行い (100粒ずつの4反復)、種子の置床から21日目の発芽数をもって、発芽率を算出した⁸⁾。なお、種子千粒重の測定は70°C、48時間での乾燥種子について行った。

実験2: 春の刈取り処理がOGの種子生産に及ぼす影響については、帯広畜産大学圃場のOG (マスハーディ) 優占草地を用いて検討した。ほぼ同程度の分けつ数 (50~80本) をもつ既存OG株を選定し、1984年5月28日、5月30日、6月3日、6月7日、6月10日に、それぞれ地表から5cm、10cmおよび15cmの3段階の刈取り処理を行い、無刈取りの対照区も設置した (Table 1)。なお、各処理は3株ずつについて実施した。

Table 1. Cutting treatments

cutting date (1984)	cutting height		
	5 cm	10 cm	15 cm
May 28	A5	A10	A15
May 30	B5	B10	B15
Jun. 3	C5	C10	C15
Jun. 7	D5	D10	D15
Jun. 10	E5	E10	E15
no cutting		Con	

各処理区のOG株の草丈、全茎数および出穂茎数の推移を調べ、幼穂が刈取られ、伸長に障害が認められたものを障害茎とした。出穂率は (出穂茎数が最大時の出穂茎数)/(その時の全茎数) × 100 および障害率は (障害茎数が最大時の障害茎数)/(その時の全茎数) × 100 としてそれぞれ算出した。種子がすでに完熟したとみられた8月2日に結実したすべての穂を採取し、穂長、穂重、1穂種子数、1穂種子重および種子千粒重を測定し、湿した紙上で発芽試験を行い、種子の着床後7日目および21日目の発芽数で発芽勢および発芽率をそれぞれ算

出した⁹⁾。

実験3: 刈取りによる地上部除去量と幼穂の被害との関係について、東北大学農学部附属草地研究施設圃場の条播栽培のOG (アオナミ、播幅30cm) を用いて実験を行った。すなわち、1986年5月8日から出穂開始の5月18日まで2日おきに畦長1mのOG (約800-1200本) を採取し、草丈、全茎数を測定したのち、地上部を根元から5cm、10cm、20cm、30cmに切断し、幼穂の位置を地上高5-10cm、10-20cm、20-30cm、30cm以上に分けた。それぞれの範囲に含まれる幼穂の数をその後のそれぞれの刈取り高さによって被害を受ける幼穂の数として、刈取り高さで幼穂の被害との関係を求めた。幼穂の全数および全茎数は調査時ごとに変化するので、幼穂の全数を全茎数で割ったものが最大になった時の値を供試材料の最大可能出穂率 (Rmax) とし、それぞれの刈取り日および刈取り高さ (h) による幼穂の被害率 (r) を

$$r = E / (R_{max} \cdot T)$$

によって算出した。なお、Tはそれぞれの刈取り日の全茎数、Eはそれぞれの高さの刈取り処理により除去された幼穂の数を意味している。また、草丈 (H) と h の差 (H - h) を地上部除去量とした。

結 果

実験1: OGの種子千粒重、発芽率および自然落下率の1985年と1986年の観測値の経時的变化をTable 2に示した。なお、OGの出穂開始日は1985年は5月17日、1986年は5月15日、種子の落下開始日は1985年は7月13日、1986年は7月16日、自然落下率が約50%に達した日は、1985年と1986年とも7月23日 (自然落下率はそれぞれ48.2%および57.5%) であった。種子の発芽率は種子落下が始まる前に1985年は69.3%、1986年は74.0%とすでに高い値を示し、種子千粒重もそれぞれ0.63gおよび0.73gと、いずれも種子落下開始前に全調査期間中の最大値の85%以上に達していた。種子落下開始直後の種子発芽率は1985年は67.7%、1986年は63.5%、種子千粒重はそれぞれ0.67gおよび0.73gであり、約50%の種子が落下した時点の種子発芽率は1985年は67.3%、1986年は69.0%、種子千粒重はそれぞれ0.70gおよび0.69gであった。種子落下開始後のこれらの値は穂に残った未落下の種子について測定されたものであり、完熟して脱粒した落下種子では、発芽率、千粒重ともより高い値を示すものと考えられる。

実験2: 各刈取り処理におけるOGの出穂率 (HP)、

Table 2. Changes of percentage of shed seeds (SSP), germination percentage (GP), and thousand kernel weight (TKW) of orchardgrass in Kawatabi.

Date		SSP (%)		GP (%)		TKW (g)	
'85	'86	'85	'86	'85	'86	'85	'86
Jul. 1	Jul. 2	—	—	56.7	54.5	0.59	0.62
3	4	—	—	54.7	57.0	0.50	0.72
5	6	—	—	58.7	65.5	0.53	0.59
7	8	—	—	62.0	60.5	0.59	0.65
9	10	—	—	69.3	74.0	0.63	0.65
11	12	—	—	44.3	73.5	0.59	0.73
13	14	3.4	—	67.7	67.0	0.67	0.61
15	16	12.2	1.7	58.0	63.5	0.63	0.73
17	18	23.8	29.5	63.1	78.5	0.66	0.74
19	21	20.3	37.0	66.7	74.0	0.67	0.78
21	23	30.2	57.5	66.3	69.0	0.72	0.69
23	25	48.2	50.8	67.3	62.0	0.70	0.78
25	28	46.1	58.2	75.3	85.5	0.66	0.79
29	30	58.8	60.0	71.3	77.5	0.62	0.81
31	Aug. 1	58.8	70.7	71.7	60.5	0.56	0.84

障害率 (IP), 穂長 (EL), 穂重 (EW), 1 穂種子重 (SW), 発芽勢 (GE) および発芽率 (GP) とこれらの 8 つの形質を用いたクラスター分析によるデンドログラムを Fig. 1 に示した。その結果, 16 の処理は 3 つの群

に分類された。第 1 群は 5 月 28 日の 5 cm (A 5), 10 cm (A 10), 5 月 30 日の 10 cm (B 10) および 6 月 3 日の 15 cm (C 15) 刈取り処理, 第 2 群は 5 月 28 日の 15 cm (A 15), 5 月 30 日の 5 cm (B 5), 15 cm (B 1

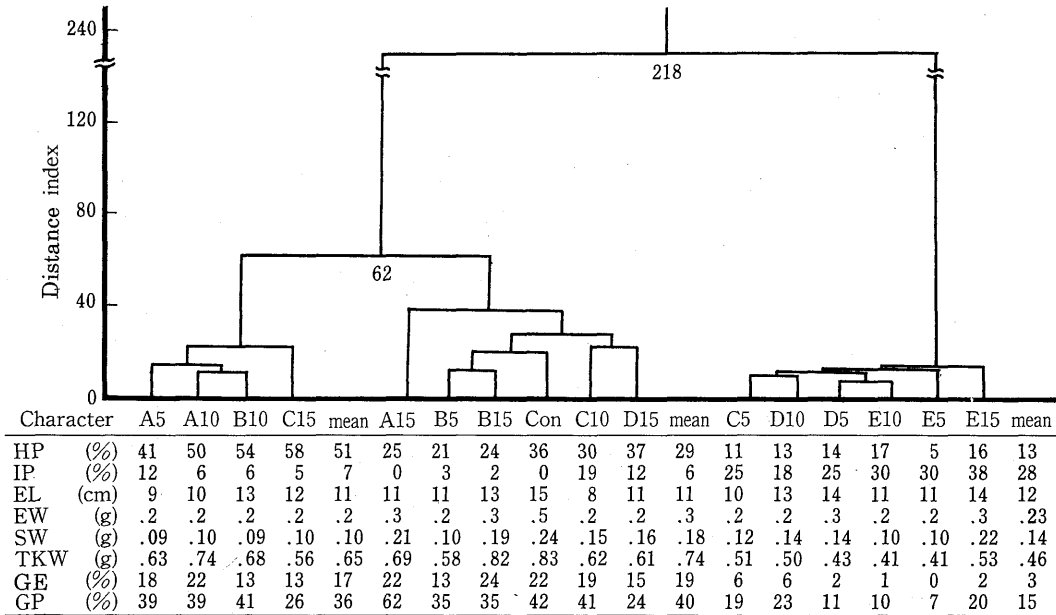


Fig. 1. Characters of seed production of orchardgrass with different cutting treatments and the dendrogram of cluster analysis.

* : HP : percentage of heading ; IP : percentage of injured ears ; EL : length of ear ; EW : weight per ear ; SW : seeds weight per ear ; TKW : 1000 kernel weight ; GE and GP : germination energy and percentage. HP and IP were expressed as the rate of total number of tillers.

5), 6月3日の10cm (C10), 6月7日の15cm (D15)刈取り処理および対照区 (Con), 第3群は6月3日の5cm (C5), 6月7日の5cm (D5), 10cm (D10) および6月10日のすべての刈取り処理 (E5, E10, E15) からなった。第1群と第2群は distance index が62単位で集合したのに対して, 第3群は第1, 2群から遠く離れ, 218単位で集合した。それぞれの群における各形質の平均値をみると, 第1群と第2群間のおもな差は出穂率にあり, 第1群は51%であるのに対して, 第2群は29%であった。他の形質間にはほとんど差がみられなかった。しかし, 第3群では平均出穂率, 発芽勢および発芽率が第1, 2群の1/2~1/6程度と極めて低く, 千粒重も第1, 2群の60~70%であった。また, 平均障害率は第1, 2群のほぼ5倍であり, 第3群では刈取り処理がOGの種子生産の低下に極めて大きな影響を及ぼしたことが示唆された。なお, 当実験におけるOGの出穂開始日は6月10日であった。

実験3: OGの各地上高における幼穂の経時的变化をTable 3に示した。なお, 幼穂の数は1000茎あたりとして表した。全幼穂の数は経時的に増加し, 出穂開始の5月18日になると, 約300本となった。地上高別の幼穂の数を見ると, 5月8日にはほとんどの幼穂が5-10cmの高さにあり, 5月10日でもこの高さにある幼穂は50%以上を占めていた。しかし, 5月12日になると, 地上高10cm以上の幼穂の数は全幼穂数の3/4以上と急激に増加し, 5月14日には大部分の幼穂の位置が10cm以上となった。5月16日にはほぼ半数の幼穂の位置は20cm以上になり, 出穂開始の5月18日には高さ20cm以上に存在する幼穂の数は全幼穂数の3/5以上を占めるようになった。

Table 3. Change of number of ears of orchardgrass in different heights in Kawatabi (per 1000 tillers).

Date (1986)	Heights (cm)				Total
	5-10	10-20	20-30	>30	
May 8	138	23	0	0	161
10	78	54	15	4	151
12	64	132	48	11	255
14	12	142	106	23	283
16	35	122	113	32	302
18	26	82	118	78	304

次にそれぞれの高さで刈取られた場合の幼穂の被害率 (y) と刈取りによって除去された地上部の長さ (地上部除去量 x) との関係を知るために, すべての調査日の

試料について, 経験式を求め, その結果を Fig. 2 に示した。経験式は

$$y = 100 / (1 + 76922e^{-0.209x})$$

となり, これは S 字曲線 (sigmoid curve) を示している。すなわち, 地上部除去量が 40 cm 以下のときには, 幼穂の被害率は地上部除去量の増加にともなってゆるやかに増加したが, 地上部除去量が 40 cm 以上になると, 幼穂の被害率は地上部除去量の増加にともなって急激に増加した。

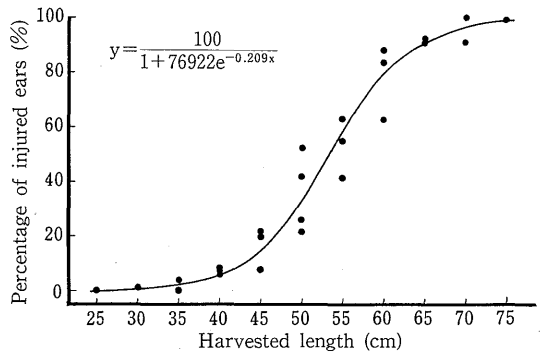


Fig. 2. Relationship between length of harvested plant materials and percentages of injured ears (expressed as the rate to total number of fertile tillers) of orchardgrass.

考 察

自然下種により草地の植生回復をはかる場合, 休牧期間には牧草の既存個体の種子登熟状況によって決められねばならない。しかし, 種子の熟期は品種や栽培地の気象条件により異なり, その上, 実施にあたって, その登熟歩合をたびたび測定することは困難が多い。したがって, 熟期にもとづいた放牧開始期を知る簡易な方法が求められる。従来の種子熟期の判断は, 種子の色, 水分含量, 千粒重, 発芽率などにもとづいて行われている。これらの基準によって求められた結果として, 中国農試 (島根) の OG のポトマックの出穂始 (4月中旬) から完熟 (6月中旬) までの日数は約 65 日⁵⁾, 農業技術研究所 (東京) での OG の当所在来種の出穂初期から出穂盛期に出現した穂の出穂から結実までの日数は 56-62 日との結果が得られている⁴⁾。また, PEGLER は英国で OG の品種 S. 143 と S. 345 の出穂時期が 20 日前後の差があるが, 出穂から発芽可能な種子量が最大になるまでの日数 (64-69 日) の間にはそれほど差がみられなかったと報告している⁷⁾。これらの結果はそれぞれ若干のちがいはあるが, 出穂から完熟までの日数は総じて 60-70 日程度

とほぼ一致している。

一方、種子の自然落下率は自然下種更新において確保される種子量を直接示す形質であるので、これをもとにして、休牧後の利用開始時期を決定することが、本研究の目的からしてもっともふさわしいものと考えられる。そこで、種子の自然落下率と種子の登熟歩合とはいかなる関係であるかを見るために、種子の発芽率について検討した結果(実験1)では、種子の自然落下率が約50%に達した時期は2年間とも7月23日であり、出穂開始の67-69日後であった。この時期に穂より採取した種子の発芽率が2年間の平均で約65%であり、仮に落下した種子の発芽率が100%であるとすれば、この時点に生産された全種子(落下種子+未落下種子)の発芽率はすでに82.5%に達していることになる。したがって、この時期には生産された大部分の種子が成熟しているものと考えられる。また、すでに述べたように、この時期に穂に残った種子も発芽能力、千粒重とも高い値を示しており、家畜の放牧などの外力によって多くのものが容易に落下するものと考えられる。したがって、生産された種子の約50%が落下した時期を休牧後の利用開始時期とすることが妥当であると考えられる。この時期は出穂開始日から約70日後にあたるため、上述した各報告の結果とほぼ一致している。このように出穂開始から種子成熟までの日数がほぼ一定であることを種の特性として捉え、成熟期を予測する目安とすることが可能であると考えられる。

次に寒地型牧草は越冬後の成長が速く、春期の草生産が大きいので、できれば自然下種を行う年の春から全面休牧するのではなく、早春に一度利用してから休牧にはいることが経営上望ましいものと考えられる。しかし、早春の利用がその年の牧草の種子生産に与える影響について、これまでの報告は必ずしも一致していない。GREEN and EVANS (1957)³⁰および ROBERTS (1964)³¹は春の利用がOGの種子生産に悪影響を与えたと報告している。一方、EVANS (1953)³²および GREEN and EVANS (1956)³³は早春の利用はOGの種子生産にほとんど影響がなかったとし、そのうち、後者は10月と4月の放牧によって、OGの出穂茎の形成が促進されたと述べている。したがって、春の利用がOGの種子生産に与える影響について改めて検討する必要がある。

実験2の結果のクラスター分析による検討では第1群での発芽率や1穂種子重は無刈取りの対照区よりやや低い、出穂率は対照区より5~22%高い。したがって、第1群の刈取り処理で、出穂茎の形成がある程度促進されたといえる。これらの処理区はA5, A10, B10お

よびC15で、早い時期の低刈およびやや遅い時期の高刈処理であった。このような処理では、一部の頂芽が失われることにより、栄養分が他の分げつに配分された結果、出穂茎の形成が促進されたと推察されるが、その生理的機作については現段階では不明である。

第2群の各刈取り処理区の出穂率、種子千粒重および種子発芽率は対照区のそれよりやや低いか、それとほぼ同じ値になっており、対照区もこの群内には入っている。第2群に含まれている処理区でも、刈取りによる種子生産の被害はほとんどないことが示唆された。この草地での出穂開始日は6月10日であったので、帯広では10cm以下の利用を避ければ、出穂1週間前の6月3日までの利用は種子生産に大きな影響を及ぼさないものと考えられる。しかし、6月7日の15cm刈取り処理を除く6月7日以降の刈取り処理(クラスター分析による第3群)におけるOGの種子生産は、量的にも質的にも顕著に低下している。したがって、出穂3日前の6月7日以降の刈取り処理はOGの種子生産には極めて不利となる。

このようにOGの種子生産に対する刈取りの影響は出穂1週間前と3日前との間を分かれ目として、顕著に異なる結果を招いた。わずかに4日間の変化としては著しいものがある。同様な結果は実験3においても認められた。すなわち、川渡では出穂開始10日前の5月8日の時点ではほとんどの幼穂が地表から10cm以下の位置にあるので、10cm以上の刈取りでは、幼穂が刈取られる心配はほとんどない。出穂の約1週間前の5月10日にも50%以上の幼穂が10cm以下にあるが、2日後の5月12日になると大部分の幼穂が10cm以上になり、この時期の利用によって、多くの幼穂が除去され、種子生産に悪影響を与える危険性が大きくなる。したがって、春の利用適期はこのような危険期にかからないように十分余裕をもって決定する必要がある。以上の結果より、OGの春の利用限界期は出穂の約1週間前までと言えるが、安全期間を取り、出穂の10日前までに利用を終了するほうがより確実な種子生産が得られるものと考えられる。

実験3で刈取りによる地上部除去量と幼穂の被害率の間にS字曲線を示す関係が認められたことは、利用による幼穂の被害率の変化は変曲点をもつ変化様式であることを示唆し、変曲点を越えない範囲でOGの栄養器官を利用する可能性を示す理論的根拠になるであろう。本研究の川渡でのOG(アオナミ)の利用可能な量は約40cmであり、これは春の飼料供給に大きく貢献するものと考えられる。また、本研究では、早春利用の限界である出穂の10日前を判断する簡便法をみつけること

ができなかったが、上述の「利用可能な量」を利用適期および適切な利用高さの目安とすることも考えられ、さらに研究を重ねることにより、現地で適用可能な技術を確立することができるものと考えられる。

以上述べたように、待機放牧後の自然下種による草地の植生回復をはかる方法では、適切な時期であれば、春に OG が利用されても種子生産量を確保することが可能であることが明らかになった。また、休牧期間は出穂開始の 10 日前から出穂開始の 70 日後までの約 80 日間に行うことが適当であろう。

引用文献

- 1) EVANS, T.A. (1953) *J. Brit. Grassl. Soc.* 8, 245-259.
- 2) GREEN, J.O. and T.A. EVANS (1956) *J. Brit. Grassl. Soc.* 11, 165-173.
- 3) GREEN, J.O. and T.A. EVANS (1957) *J. Brit. Grassl. Soc.* 12, 4-9.
- 4) 星野正生・守屋直助・金武フミエ (1958) 農技研報 G 12, 29-35.
- 5) 北原徳久 (1985) 日草誌 30, 375-383.
- 6) 前田 正 (1969) 畜産の研究 23, 1051-1054.
- 7) PEGLER, R.A.D. (1976) *J. Brit. Grassl. Soc.* 31, 7-13.
- 8) ROBERTS, H.M. (1964) *J. Brit. Grassl. Soc.* 19, 283-289.
- 9) 楊 中艺・丸山純孝・福永和男 (1986) 日草誌 32, 211-217.

(昭和 62 年 1 月 9 日受理)

Ecological Studies on Natural Reseeding in Pastures

2. Seed ripening, seed shedding of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.)
and the effect of spring-cutting on the seed production

Zhongyi YANG*, Kazuo SUGAWARA*, Iwao ITO*,
Junkoh MARUYAMA** and Kazuo FUKUNAGA**

* Grassland Research Laboratory, Tohoku University
Kawatabi, Narugo, Miyagi, 989-67 Japan

** Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine,
Inada-cho, Obihiro, Hokkaido, 080 Japan

Summary

Seed ripening and seed shedding process of orchardgrass under the deferred use and the effect of spring-cutting on seed production of orchardgrass were investigated at Obihiro (1983) and Kawatabi (1985 and 1986).

Main results obtained were summarized as follows :

- 1) About 50% of seeds had shed from ears within 70 days after the first heading time, and most of them had ability of germination. The ear production was not affected by cutting until 10 days before first heading time. These results suggested that the resting of grazing for 80 days, from 10 days before heading to 70 days after heading, was essential to produce a sufficient amount of seeds for natural reseeding.
- 2) The percentage of heading of orchardgrass was higher in several early spring cutting-treatments than in no-cutting treatment. It suggested that the proper use of orchardgrass in spring presumably stimulated the formation of fertile tillers.
- 3) A sigmoid curve was observed in the relationship between length of harvested plant materials and rate of injured ears. A steep increase of injured ears was observed when the length of harvested part was more than 40 cm. Therefore, it suggests that there will be little influence of spring-cutting on seed production if the length of harvested part is less than 40 cm.

Key words : Cutting, Deferred grazing, Natural reseeding, Orchardgrass, Seed production.

(J. Japan. Grassl. Sci., 33, 102-108, 1987)