

## *Lolium* 属牧草の生育ならびに組成におよぼす播種期の 移動の影響に関する研究

黒住久称・浅野素直\*・尾形昭逸

(広島大学水畜産学部畜産学科)

### Influences of Variation of Seeding Time on the Growth and Constituents of Ryegrasses, the Genus *Lolium*

Kyuya KUROZUMI, Sunao ASANO, Shoitsu OGATA

Department of Animal Husbandry, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry,  
Hiroshima University, Fukuyama

(Figs. 13; Tables 5)

#### 緒 言

播種期の移動はその後の作物の生育に大きな影響のあることはよく知られていることである。牧草あるいは飼料作物に関しても播種期の移動はそれらの生育に多大の影響をもたらすであろうことは予想にかたくない。

しかしながら、普通一般作物に比較すると牧草は多年性植物であるものが多いことなどから、播種期の移動にともなう生育の変異に関する知見は必ずしも多くはない。

最近、わが国において、牧草や飼料作物に対する関心が高まり、粗飼料の生産といった直接的な面からばかりではなく、育種の立場からの播種期の変動に対する開花反応や出穂特性の検討などが進められて来ている<sup>1)2)3)</sup>。

播種期の移動により、牧草あるいは飼料作物がどのような生理生態的反応を示すかの知見を集積することは草地造成や草地利用の立場からもきわめて重要な事柄である。

しかし、播種期の移動の意味する内容は決して単純なものではない。すなわち、発芽時における諸種の環境要因の差異を意味し、さらに、生育期における気温、日長ならびに降雨等による水分供給等の差異を意味する。

本報では *Lolium* 属の牧草4種類、すなわち、1年生のイタリアンライグラス 2n (雪印) とその倍数体の 4n (雪印) および多年生のペレニアルライグラス 2n (雪印) および 4n (雪印) を春期の各種の時期に圃場に播種し、その成育反応ならびに、その成分の変化を検討し、あわせて、ポット土耕栽培によりイタリアンライグラス 2n とペレニアルライグラス 2n を秋期、冬期、春期および夏期に、それぞれ自然日長、長日、および短日条件下に生育せしめ、その生育反応を検討した。

#### 実 験 方 法

##### 1. 圃場栽培

圃場栽培は広島大学水畜産学部川口圃場 (福山市川口町) で土性は砂土、 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$  は 5.80、全酸度

\* 現在、岐阜県畜産会

( $Y_1$ ) は 0.52, 置換容量 7.8 me/100 g である. 第 1 表の播種期にそれぞれのライグラスを播種した.

Table 1. Schedule of seeding and cutting for field trials.

(1967)

Plot	Seeding time		Cutting	
1	April	18th	June	17th
2	May	2nd	June	30th
3	May	16th	July	13th
4	May	30th	August	2nd
5	June	17th	August	16th
6	June	30th	September	2nd

試験区の設定は 1 区  $2 \times 2.5$  m の  $5 \text{ m}^2$  で 2 連とし, 1 区の施肥量は硫酸アンモン 80 g, 過磷酸石灰 120 g, 硫酸加里 40 g である. なお, 播種は条点播とした.

### 2. 土耕栽培

土耕栽培試験は花崗岩崩壊土壌を  $a/5000$  のポットに 3.75 kg 充填して行なった. なお, 使用土壌の土性は砂壤土で  $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$  6.1, 全酸度 ( $Y_1$ ) は 0.5, 置換容量 5.5 me/100 g である. 施肥量は 1 ポット当り, 硫酸アンモン 4.0 g, 過磷酸石灰 2.5 g, 熔成磷肥 2.5 g, 硫酸加里 2.0 g および消石灰 5.0 g であり, 本試験ではイタリアンライグラス 2n (雪印) およびペレニアルライグラス 2n (雪印), 1 月 25 日 (冬播) 3 月 30 日 (春播) および 7 月 5 日 (夏播) とした. また, 各播種期のもを自然日長下, 長日長下 (明所 20 時間) および短日長下 (明所 8 時間) とした. 長日処理は自然日長の外は 100 W の電灯により補充し, 短日処理は 8 時間明所におき, あとは暗所に入れることによっておこなった.

### 3. 分析方法

植物体の粗蛋白, 粗脂肪, 粗繊維および粗灰分の分析に関しては常法<sup>5)</sup>に従っておこなった. また, フラクトサン分析は乾燥粉末試料を 80% アルコールで抽出したのち, 温水で抽出し, 除蛋白後フラクトサンに特異的呈色反応を示す SLATTERY 法<sup>6)</sup>によって行なった.

## 実験結果ならびに考察

### 1. 圃場試験における生育状況

第 1 図および第 2 図に各播種期をことにした場合のイタリアンライグラス 2n (雪印) および 4n (雪印) とペレニアルライグラス 2n (雪印) および 4n (雪印) のそれぞれの草丈の推移を示した.

まず, イタリアンライグラスの 2n のそれぞれの播種時期における草丈の推移を見ると, 第 1 期より第 2 期において, その最高草丈は増加するが, 第 3 期以後になると, 最高になる草丈も低下し, また草丈の増加度も低下の傾向にある. また, イタリアンライグラス 4n の場合も 2n の場合とほぼ同様な傾向にあった.

これに対して, ペレニアルライグラスは 2n および 4n とともに 1 年生のイタリアンライグラスの場合に比較して, 播種のおくれるにしたがって, その最高草丈は低下するものの, 大きな影響はうけなかったと言えよう.

草丈の推移より, これらの播種期をことにして生育した牧草の生産効率を直接のべるわけにはいかないが, 飯田<sup>4)</sup>らがイタリアンライグラスの周年栽培試験の結果よりのべているように, 気温  $10^\circ\text{C} \sim 20^\circ\text{C}$

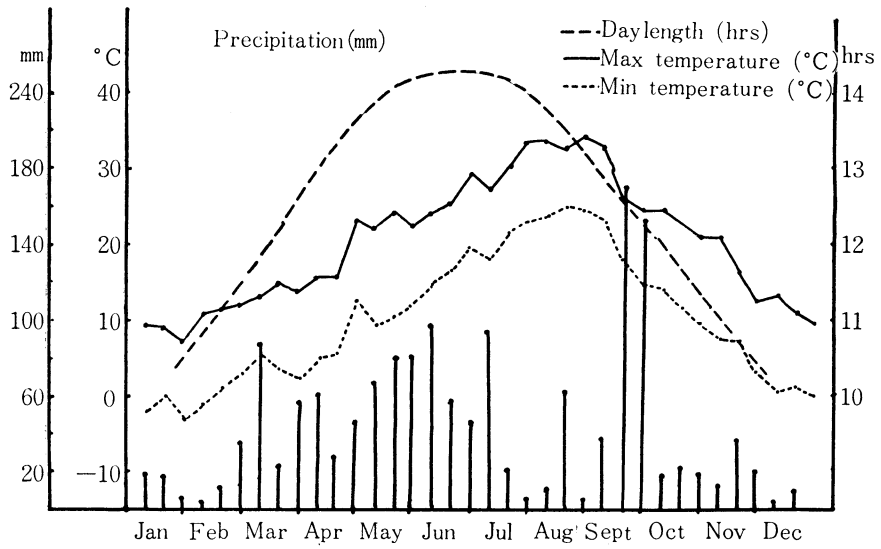


Fig. 1. Temperature, precipitation and daylength in 1967 at Fukuyama.

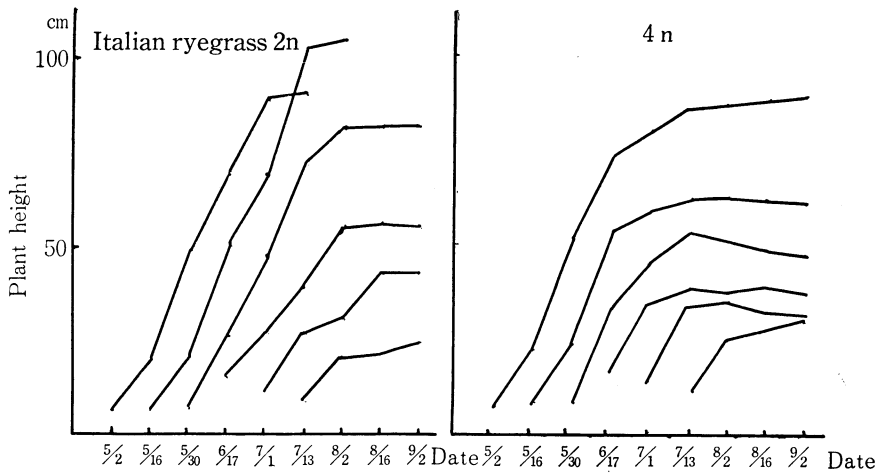


Fig. 2. Changes of plant height of italian ryegrass 2n and 4n which were seeded at the various date in spring.

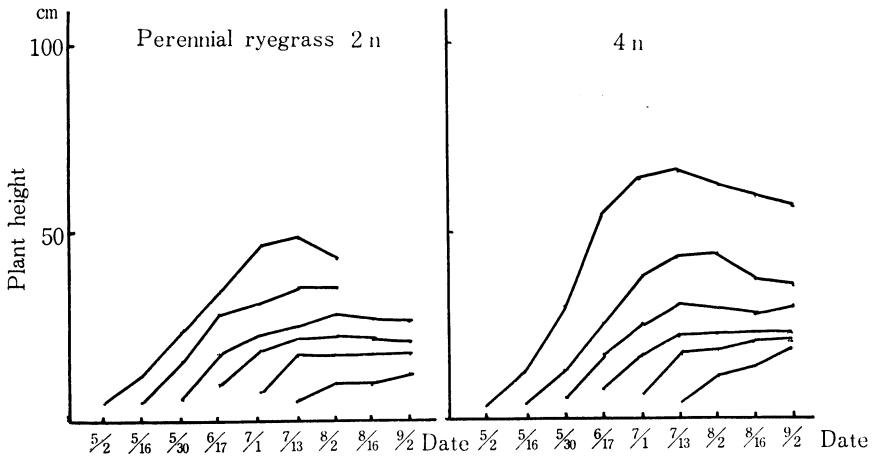


Fig. 3. Changes of plant height of perennial ryegrass 2n and 4n which were seeded at the various date in spring.

で生産効率はより高く、また  $10^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$  の期間がより長く経過するような播種期の場合に、より高い生産効率がえられるものと、本試験の草丈の推移の観察結果より推定できる。

つぎに、播種してから 60 日目に刈取し、その時の各区の生草重量を示した。なお、乾草重量も、生草重における傾向と同様なので省略した。

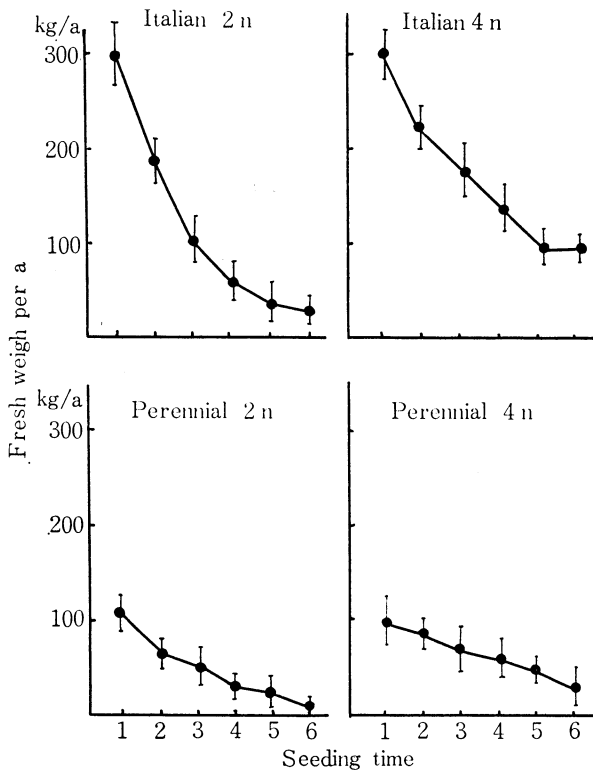


Fig. 4. Fresh weight of top of Italian ryegrass 2n, 4n, perennial ryegrass 2n and 4n which were grown for about 60 days after seeded in field.

イタリアンライグラスの場合は 2n および 4n とも播種期がおくれるにしたがって、播種後 60 日で生草収量は急激に低下する。したがって、前にものべたように、1 日当りの生草の生産効率は播種期がおくれ、その生育期間が高温、長日下でより長期間経過するようになると、急激に低下すると結論できる。もちろん、降雨による水分供給の影響も論外するわけにはいかないが、後者のポット土耕試験の成績からも、上述の結論は大過ないものと考えられる。

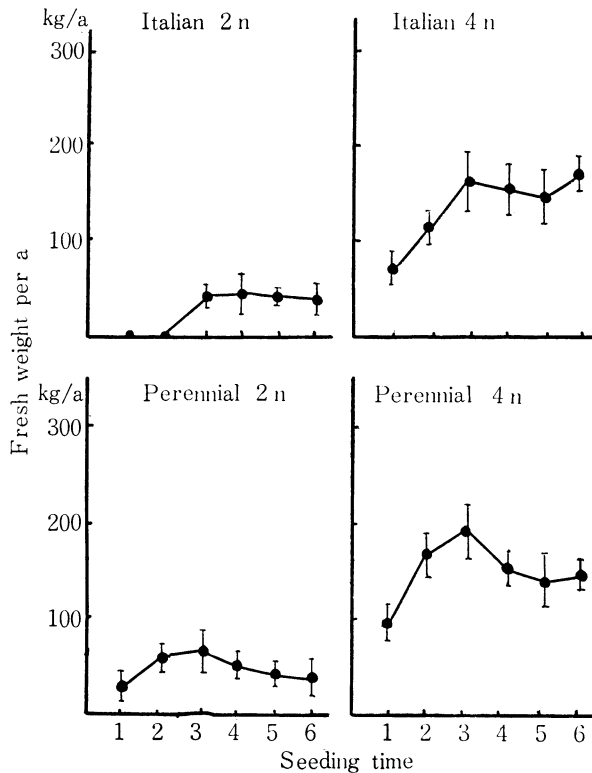


Fig. 5. Fresh weight of top of ryegrasses grown to the 24th. October after the 1st cutting.

これに対して、ペレニアルライグラスの 2n および 4n の場合はイタリアンライグラスの場合ほど播種期の移動による生草重量の低下はなかった。このことは 1 年生の牧草と多年生の牧草の基本的な相異として考えることが可能と思われる。

第 5 図にこれらの各試験区の牧草を刈取り、十分に追肥をしたのち 10 月 25 日に一斉に刈取りを行ない、その時の生草重量を示した。これによると、刈取り後の生育期間がより長く高温、寡雨のうちに経過した区、すなわち、播種期の早かったものほど、その生育は低い傾向にあり、さらに注目しなければならないことは、イタリアンライグラスの場合でも、ペレニアルライグラスの場合でも 2n より 4n、すなわち倍数体のものがより 10 月 25 日の時点での生草量が大であった。このことから、イタリアンライグラスとも 2n より 4n の方がより越夏性が大であると推論してよいのかも知れない。また第 2 表に 10 月 20 日にそれぞれの区の根の生理的活性度を  $\alpha$ -ナフチールアミン法<sup>7)</sup> によって測定した結果を示す。

Table 2. Physiological activity of ryegrass root, demonstrated with  $\alpha$ -naphthylamine oxidation.

Seeding time	Italian ryegrass		Perennial ryegrass	
	2n	4n	2n	4n
1	Trace	0.04	Trace	0.07
2	Trace	0.15	0.07	0.11
3	0.04	0.14	0.10	0.23
4	0.08	0.20	0.18	0.18

Oxidized  $\alpha$ -naphthylamine mg/g fresh root/hr  
Measured on Oct. 20th

すなわち、10月20日におけるそれぞれのライグラスの根の生理的活性からも上述の事が支持される。

## 2. ポット土耕試験における生育状況

前述のように、イタリアンライグラスおよびペレニアルライグラスとも程度の差はあっても、播種期の移動により、その生育は大きな影響を受ける。播種期の相異の意味するものは、温度、日長、水分供給の多寡等を意味する。本試験では温度と日長の条件にのみ注目し、水分供給と養分供給の制限のない場合、イタリアンライグラス 2n およびペレニアルライグラス 2n が気温、日長の相異によりどのような生育反応を示したかを検討した。

第6図および第7図にイタリアンライグラス 2n のそれぞれの播種期の場合の草丈と分けつ数の推移を、第8図にペレニアルライグラスの場合のを示した。なお、各播種期とも自然日長下、短日日長下（明所8時間）および長日日長（明所20時間）にそれぞれ生育せしめた。

まず、イタリアンライグラスの草丈の変化を見ると、秋期播、すなわち、より低温の期間を長く経過する場合の長日処理の影響が大きく出ている。すなわち、長日処理区のもの是最も草丈が高く、また1月15日に到り、この区のみ出穂した。これに対して、冬期播、春播および夏播と順次その生育期間がより高温に経過するようになると、長日処理効果は不明瞭になり、短日処理区をのぞき、長日、自然日長下のものは出穂した。しかし、出穂に到る期間は順次短かくなり、草丈の短小のうちに、出穂した。

これに対し、分けつ数の増加の推移は短日下のものほど増加度が大きく、より低温の場合ほど、長日区の出穂に到るまでの分けつ数も大きかった。

これらの事実は、イタリアンライグラスの場合、低温短日下での草体の増加は分けつ数の増大により、高温下では短日等の日長の影響を強く受けることなく、茎数の増大のともなわない茎重の増大により草体重をまし、しかも草丈の伸長も短小のうちに、出穂することを示している。

ペレニアルライグラス 2n はイタリアンライグラスの場合ほどではないが、やはり同様のことがいえる。また分けつ数の増加よりは草丈の伸長に対する影響が小さいものといえる。また、ペレニアルライグラスの場合は全播種期のものとも出穂には到らなかった。

第3表にイタリアンライグラス 2n のそれぞれの播種期の場合の長日区出穂期に刈取した場合の地下部の生草重量を示した。

すなわち、イタリアンライグラス 2n の場合は生育期間が、より高温に経過する場合の出穂期までの生育量はきわめて低くなる。ただ、秋播、冬播の場合は生育期間が長くなるので1日当りの生産効率は、前項の場合と同様な事が言えなくなる。ただ、生育を支配する要因、すなわち、分けつ数の増加と1茎当りの増大との要因の交代が10°C前後で行なわれることは容易に推定できるし、また、夏播区の収量が春播のそれに比較すると1日当りの生産効率も確実に低くなっている。

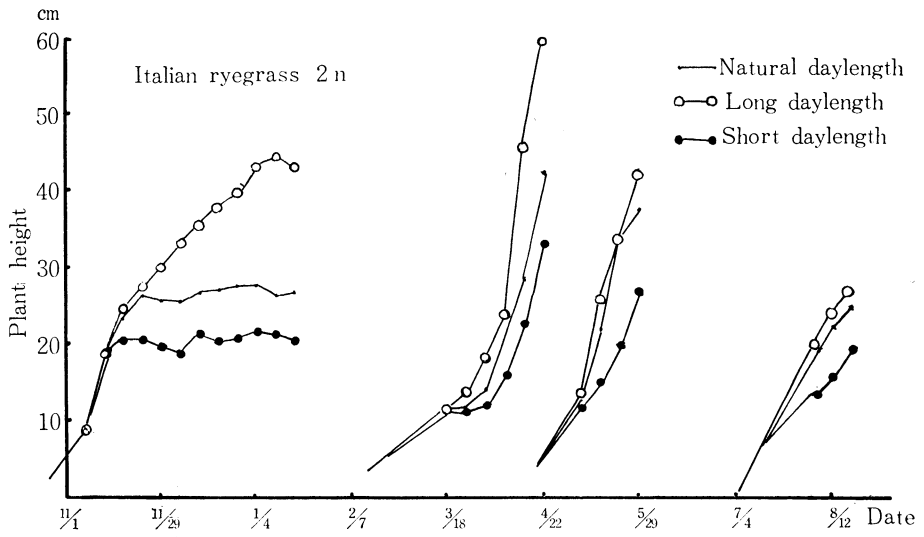


Fig. 6. Plant height of italian ryegrass seeded in autumn, winter, spring and summer under the various daylength.

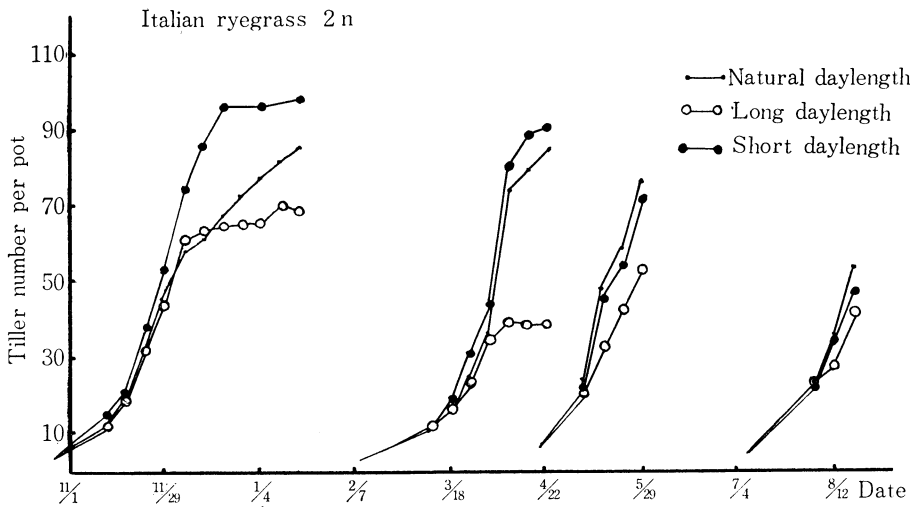


Fig. 7. Numbers of tillerings of italian ryegrass 2n, seeded in various seasons and grown under the various daylengths.

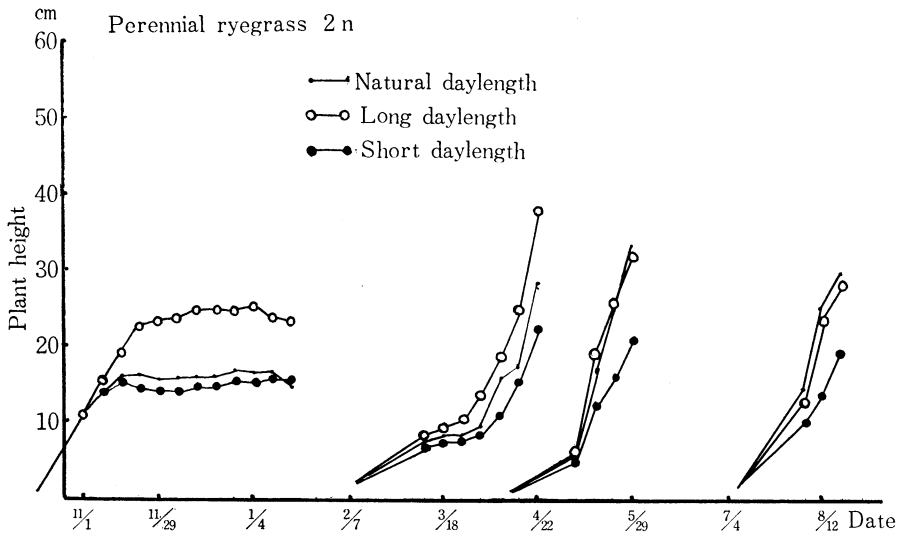


Fig. 8. Plant height of perennial ryegrass 2n seeded in autumn, winter, spring and summer under the various daylengths.

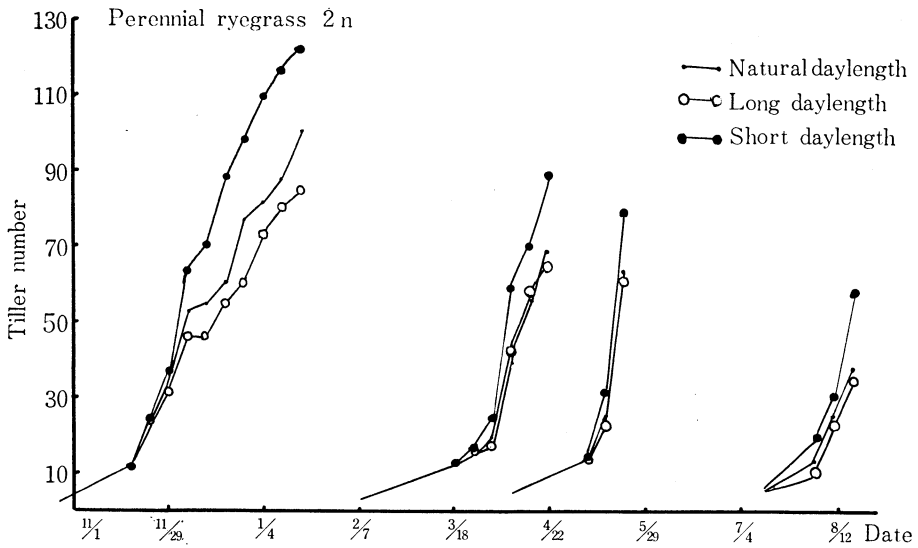


Fig. 9. Numbers of tillerings of perennial ryegrass 2n, seeded in autumn, winter, spring and summer under the various daylengths.



Table 3. Fresh weight of top and root of italian ryegrass 2n and perennial ryegrass 2n, which were grown by pot culture under the various photoperiods

Growth period	photoperiodic treatment	Italian ryegrass 2n		Perennial ryegrass 2n	
		Top	Root	Top	Root
Autumn seeded (10/15) harvested (1/20)	Natural	105	80	57	52
	Long day	154*	—	70	—
	Short day	124	—	89	—
Winter seeded (1/15) harvested (4/25)	Natural	134	—	59	—
	Long day	136*	—	81	—
	Short day	107	—	64	—
Spring seeded (4/1) harvested (5/30)	Natural	136*	—	88	—
	Long day	126*	—	90	—
	Short day	105	—	74	—
Summer seeded (7/5) harvested (8/20)	Natural	64*	—	43	—
	Long day	62*	—	34	—
	Short day	36	—	25	—

\* Began of heading

また、ペレニアルライグラス 2n の場合はイタリアンライグラスの場合よりは播種期の移動による草体重の変りは少いようである。

さらに、根部の重量については第 3 表に、自然区の場合の秋播、夏播の場合のみ示したが、夏播の場合は秋播の場合に比較して極端にその重量が低い。このことは刈取後の再生長にも関連して重要な事項であると考えられる。

### 3. 草体中の主な化学成分

**a. 粗蛋白質：**圃場試験での各播種期におけるイタリアンライグラス 2n と 4n およびペレニアルライグラス 2n と 4n のそれぞれの粗蛋白質含有率を第 10 図に示した。

播種期がおくれるにしたがって、イタリアンライグラスおよびペレニアルライグラスとも蛋白質含有率が順次低下してくるが、第 6 期に到ると少し上昇している。いずれにしても、前述のように生草量すなわち、生育量も播種期のおくれるにしたがって、急激に減少するゆえ、総蛋白質生産量も急激に低下する。また、このことは施与した窒素量も全区同量であるので、窒素の利用率が急激に低下することを意味する。

**b. 粗脂肪：**粗脂肪の含有率については第 11 図に示した。これによると播種期の移動による差異は明瞭ではないものようである。

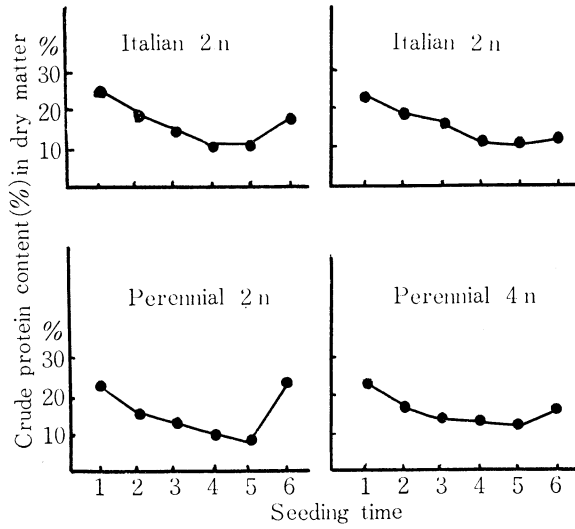


Fig. 10. Crude protein contents (%) in dry matter of top of ryegrasses which were seeded at the various date and harvested 60 days after seeded.

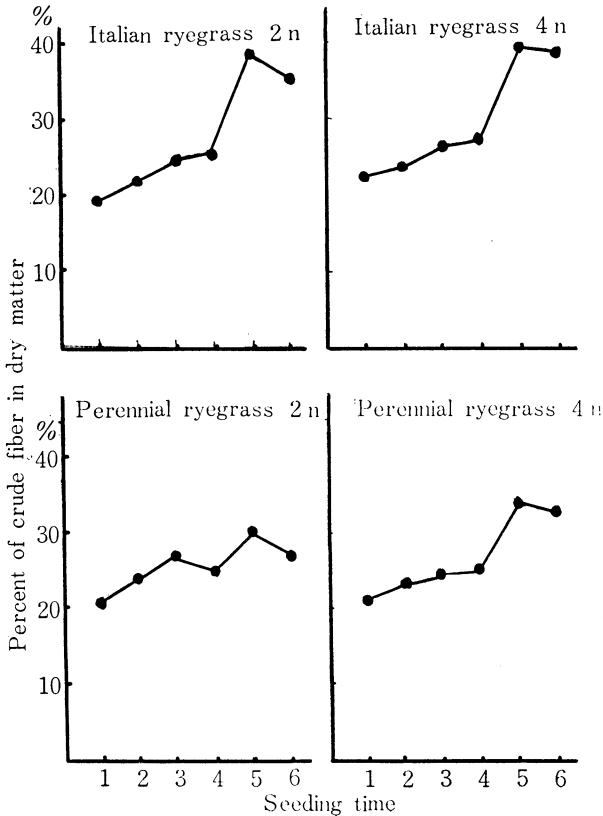


Fig. 11. Crude fiber contents (%) in dry matter of top of ryegrasses which were seeded at the various date and harvested 60 days after seeded.

c. 粗繊維：粗繊維含有率については第 12 図に示した。これによるとイタリアンライグラスの場合

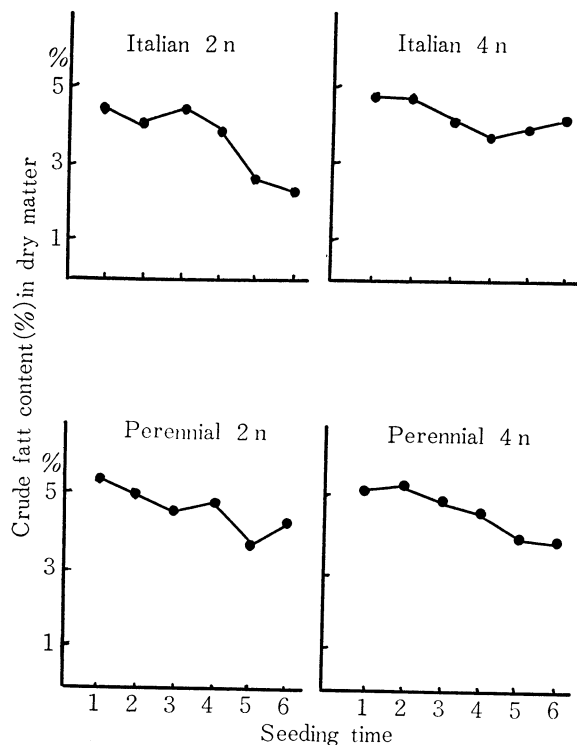


Fig. 12. Crude fat contents (%) in dry matter of top of ryegrasses, seeded at the various date and harvested 60 days after seeded.

2n, 4n とも播種期のおくれるにしたがって粗繊維含有率を上昇せしめている。ただ、第 6 期のものはいくぶんその含有率が第 5 期のものより低かった。これは前述の粗蛋白質含有率の場合とは丁度対照的な変異を示している。

播種期がおくれ、生育時間がより高温になると蛋白質の合成よりは細胞膜等の繊維物質がすみやかに合成され、栄養体の形成が行なわれないうちに老化し、繊維物質の含有率が上昇するものと考えてよいであろう。

ペレニアルライグラスについてもイタリアングラスとほぼ同様なことが言える。

d. 可溶性炭水化物：80% アルコール可溶の糖類、澱粉およびフラクトサン合計含有率を第 13 図に、第 4 表に澱粉とフラクトサン構成比率を示した。

これによるとイタリアンライグラス、ペレニアルライグラスとも播種期がおくれるにしたがって、可溶性糖含有率は減少する。しかも、貯蔵型の炭水化物である澱粉とフラクトサンの構成比率もその生育温度により大きく左右されると考えられる。小島<sup>9)</sup>らによると寒地型牧草の貯蔵型炭水化物は暖地型のものに比較して澱粉よりはフラクトサンによっているという。寒地型牧草であるイタリアンライグラスあるいはペレニアルライグラスの場合でもその生育温度が高くなると貯蔵型炭水化物はフラクトサン型

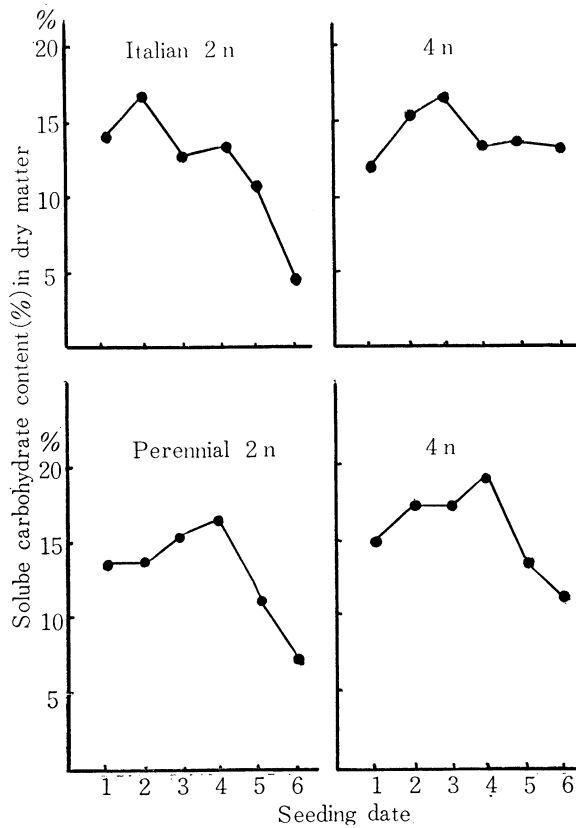


Fig. 13. Soluble carbohydrate contents (%) in dry matter of top of ryegrasses, seeded at the various date and harvested 60 days after seeded.

Table 4. Constituent percentages of starch and fructosan to soluble carbohydrate contained in top of italian ryegrass 2n, 4n, perennial ryegrass 2n and 4n.

Seeding time	Italian ryegrass				Perennial ryegrass			
	2n		4n		2n		4n	
	Starch	Fructosan	Starch	Fructosan	Starch	Fructosan	Starch	Fructosan
1	5.0	19.1	9.4	20.2	4.8	24.7	6.6	26.7
3	14.1	20.3	15.1	17.6	8.3	20.0	9.1	22.8
5	17.4	12.2	18.7	15.2	10.1	21.4	10.2	24.7
6	16.9	8.7	15.1	13.3	14.6	17.4	10.1	19.0

よりはより澱粉型へとうつと考えられる。

また、第5表にポット土耕試験の場合の秋播と夏播のイタリアンライグラスとペレニアルライグラス

Table 5. Soluble carbohydrate contents (%) in top and constitute percentage of starch and fructosan to soluble carbohydrate.

Sowing season	grass		Soluble carbohydrate % in dry matter	Constitute percentage	
				Fructosan	Starch
Autum	Italian	2n	20.5	38.4	8.5
	Perennial	2n	23.8	49.3	7.0
Summer	Italian	2n	12.0	20.8	12.2
	Perennial	2n	18.6	24.0	7.9

の可溶性炭水化物含有率と澱粉とフラクトサンの構成比率を示した。この場合でも、上述のことがより明瞭にうかがえ、生育温度の高い場合草体の炭水化物はより澱粉型へと移行し、また、生育相がより栄養生長的である場合はその貯蔵型炭水化物はフラクトサン型となると考えられる。

## 結 論

Lolium 属牧草であるイタリアンライグラス 2n (雪印) と 4n (雪印) およびペレニアルライグラス 2n (雪印) を播種期を移動せしめて、圃場およびポット土耕栽培により栽培した。播種期の移動による生育反応および草体の成分変化を検討し、つぎの結果をえた。

1) イタリアンライグラスの 2n, 4n とともにペレニアルライグラス 2n および 4n のものに比較して播種期の移動はその後の生育に大きな影響をおよぼした。すなわち、20°C 以上の高温長日下での生育の経過が長くなればなるほど、イタリアンライグラス、ペレニアルライグラスとも生育量は減少した。しかも、イタリアンライグラスにおいて、この傾向がよりけんちよであった。

2) 生育温度が 10°C 以下の場合にはイタリアンライグラス、ペレニアルライグラスとも日長処理の効果を草丈と分けつの上に加え強くうける。イタリアンライグラスはとくにこの傾向がけんちよであった。しかし、生育時期がより高温になるにしたがって、長日処理の効果は消失した。

3) イタリアンライグラス、ペレニアルライグラスとも低温短日下では分けつ数の増加により、高温になるにしたがって分けつ数よりは 1 茎重の増大によって草体をますものと考えられた。

4) イタリアンライグラス、ペレニアルライグラスとも 2n よりその倍数体である 4n の方が、より越冬性が大きいものと推定できた。

5) 草体の化学組成はイタリアンライグラス、ペレニアルライグラスとも播種期の移動により強い影響をうけた。すなわち、粗蛋白質含有率は春期播種期がおくれるにしたがって低下し、総蛋白質生産量は低下した。これとは反対に粗せん維含有率は上昇した。

これに対して粗脂肪含有率は一定の傾向ある変化を示さなかった。

6) 可消化炭水化物含有率も播種期の移動により高温下で生育期間をより長く経過するようになると減少した。また、可消化炭水化物の組成も変化した。すなわち、より高温下ではフラクトサン割合が減少し、澱粉割合も上昇した。この傾向はペレニアルグラスよりイタリアンライグラスに強く現われた。

## 文 献

- 1) 井口武夫, 大原久一, 樽本 勲; 中国農試報 A-14 97~118(1967).
- 2) 大原久一, 大山 茂, 井口武夫; 同上 A-14 119~146(1967).

- 3) 農林省中国農試験場, 中国地域技術連絡会議事務局; 中国地域共同研究成果集録 No. 4 1~140 (1970).
- 4) 飲田克美; 日草誌 **11**, 98~105 (1965).
- 5) 東京大学農学部農芸化学教室; 実験農芸化学, 上巻, 朝倉書店, 112~131 (1968).
- 6) MCRAY, W. L. and SLATTERY, M. C.: *J. Biolchem.* **157**, 161~164, (1945).
- 7) 山田 登, 太田保夫, 中村 拓; 農及園, **36**, 1983~1985 (1961).
- 8) 小島利彦, 林 兼六; 日草誌 **13** 39~50, (1965).

## SUMMARY

Field experiments and pot trials were carried out to elucidate the performances of italian ryegrass 2n, 4n, perennial ryegrass 2n and 4n, seeded at the various date and grown under the various photo-periods.

1) Both italian ryegrass 2n, 4n and perennial ryegrass 2n, 4n reduced their fresh weights by delaying of seeding time during spring season. And, the influence of delaying of seeding on their growth had appeared more severely on italian ryegrass than perennial ryegrass.

2) When temperature was below about 10°C, the effects of photoperiodic treatments on italian ryegrass were recognized more apparently on their plant height and tillering number.

3) However, as growing temperature became higher, effects of photoperiodic treatments on their growth became more difficult to be recognized.

4) Under lower temperature and short daylength, both of italian and perennial ryegrass were increasing their tillers but not their plant height.

However, these effects of temperature and daylength were more remarkable on italian than on perennial ryegrass.

5) Both of diploid 4n of italian and perennial ryegrass had higher tolerable ability to summer depression than their 2n.

6) Delaying of seeding in spring was resulted in reducing of crude protein contents and its production in both of italian and perennial ryegrass but increasing of their crude fiber contents.

7) Contents of soluble carbohydrate of italian and perennial ryegrass were reduced by delaying of seeding. Constituent percentages of starch and fructosan to soluble carbohydrate were also influenced by shifting of seeding time, that is, when both of grasses were grown under higher temperature, percentages of fructosan to soluble carbohydrate became lower.