

# 混播牧草の集団構成に関する研究

## Ⅳ イネ科2草種組合せによる草収量と草種間競争の推移

脇 本 隆†

### STUDIES ON POPULATION COMPOSITION IN GRASS-LEGUME MIXTURE

#### 4. Forage Yield and Competition between Grasses within Bi- Grass and Ladino Clover Mixture

Takashi WAKIMOTO

チモシー、オーチャードグラスおよびメドウフェスクを供試して、2草種ずつを組合せ、それぞれの組合せごとに播種割合によって、単播2処理と混播4処理を設けた。3年間にわたり、構成草種間の草量および競争力の推移をみた。混播イネ科草量は競争力の優位なイネ科草種の単播草量よりも有意にまさることがなかった。チモシーの競争力は最も小で、メドウフェスクの競争力はオーチャードグラスを上回ったが、後期年次では次第にオーチャードグラスが優位になった。

## I 緒 言

従来、根釧地方の採草地はチモシーとアカクロバの混播によって造成されることが多かったが、ここ数年来、酪農の発展とともに、いわゆる多収草種といわれるオーチャードグラス、メドウフェスクあるいはラジノクロバの導入が図られるようになってきた。現在では、これらの草種を多数組合せて採草用草地を造成することが普通に行なわれているが、多草種混播の有利性については疑問が多い。

イネ科草種間の混播の目的は 1) 環境条件の変化を的確に予測できないので、草地の中に多くの草種や品種を組入れて危険を分散すること、2) 1つの草地に季節的に生育パターンの異なった草種、品種を組合せて合理的に利用すること、3) 多草種、品種の混播はこれらの単播よりも、生育

環境要素をさらに合理的に利用することができるであろうという点があげられているが、単播と混播の比較に関する正確な試験例が少なく、かつ相反した成績が得られている<sup>10)</sup>。

この試験では、播種密度を規制し、同一の施肥および刈取り処理を行なった。このような条件下で、集団を構成するイネ科草種間の草量および競争力の推移を通じて、イネ科草種混播の有利性の検討を試みようとしたものである。

## II 試験方法

チモシー（北海道在来）、オーチャードグラス（北海道在来）、メドウフェスク（レター）およびラジノクロバ（市販種）を供試し、イネ科2草種ずつを所定の割合で組合せて、ラジノクロバの一定量を共通に加えた。イネ科2草種合計播種量は発芽可能種子数（発芽率と千粒重から求めた）6万粒/aとし、混播割合は種子数割合によって規制し、その種子重はTable 1のとおりである。ラジノクロ

† 根釧農業試験場

バの播種量は 38 g (6万粒)/a とした。

Table 1. The seed weights (g/a) in response to the seed ratios of bi-grass combination.

| Combination<br>Seed ratio | Ti : Me     | Ti : Or     | Or : Me     |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| 0 : 10                    | — : 140.0   | — : 42.0    | — : 140.0   |
| 2 : 8                     | 4.4 : 112.0 | 4.4 : 33.6  | 8.4 : 112.0 |
| 4 : 6                     | 8.8 : 84.0  | 8.8 : 25.2  | 16.8 : 84.0 |
| 6 : 4                     | 13.2 : 56.0 | 13.2 : 16.2 | 25.2 : 56.0 |
| 8 : 2                     | 16.6 : 28.0 | 17.6 : 8.4  | 33.6 : 28.0 |
| 10 : 0                    | 22.0 : —    | 22.0 : —    | 42.0 : —    |

試験区は草種組合せごとに、乱塊法3反復で設置し、1反復を3×2区に並べ、3反復全体を3×6区の方形に設置した。1区1m<sup>2</sup> (1×1m) からなり、各区の間隔は25cmである。外周にイタリアンライグラスの除外区を設けた。

施肥は播種前に、熔りん8kg、炭カル20kgおよび尿素化成10号(10-7-10) 3kg/aを鋤き込み、十分に鎮圧し、播種、覆土の後、さらに鎮圧した。播種は昭和43年8月8日に行ない、当年は刈取りを行なわなかった。2年次以降の追肥は早春、1番刈後、2番刈後および3番刈後に草地化成2号(6-11-11) 3kg/aをそれぞれ追肥した。

刈取りはTable 2の時期に行なったが、各年次の1番草の刈取りは3草種の出穂期の中間を示すメドウフェスクに合わせて、全試験区を一斉に刈取った。

Table 2. Cutting time

| Crop<br>Yearly | 1st     | 2nd     | 3rd     |
|----------------|---------|---------|---------|
| 2nd year       | June 14 | July 22 | Sept. 8 |
| 3rd year       | June 13 | July 24 | Sept. 9 |
| 4th year       | June 11 | July 24 | Sept. 8 |

区全体を刈取り、秤量の後、一部サンプルについて草種ごとに分別、秤量して、各構成草種の区当り生草量を求めた。

混播したイネ科2草種間の競争力を相対草量比 R. Y. R. (Relative Yield Rate) で表した。Fig. 1に示すように、混播によって草種Aは点線以上の草量増加が得られ、一方、草種Bは点線以下の草

量減少がもたらされたとする。点線はそれぞれの草種の単播草量をその播種比率で比例配分したものである(本試験ではイネ科2草種/ラジノクローバのイネ科混播に対して、イネ科1草種/ラジノクローバを単播とする)。

草種Aの播種割合  $\rho(A)$  における単播および混播における草量をそれぞれ  $Y_s(A)$  および  $Y_m(A)$  とするとき、 $R. Y. R. (A) = Y_m(A)/Y_s(A) > 1$  のときは草種Aの競争力が優位であるとし、 $R. Y. R. (B) = Y_m(B)/Y_s(B) < 1$  のときは草種Bの競争力は劣位であるとした。

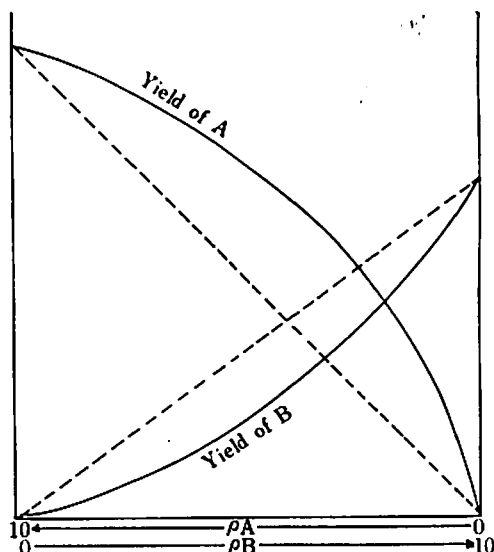


Fig. 1. The yield diagram of components in bi-grass combination

### III 試験結果

#### 1. 構成草種および区全体草量の推移

8月8日に播種したために、造成当年は刈取りを行なわず、2年次から4年次までの3年間にわたって、年間3回の刈取りを行なった。

##### 1) チモシー/メドウフェスク

0:10および10:0における両草種の単播草量およびその推移について著しい相違がみられた。各年次とも、1番草草量ではメドウフェスクがやや上回る程度であったが、2および3番草ではメドウフェスクがはるかに上回った。しかし、4年次の2および3番草ではメドウフェスクの草量が

Table 3. The green yield (kg/plot) of timothy, meadow fescue and ladino clover mixture

| Yearly and seed ratio | Components  |              |       | Total of grasses | Total of forage |
|-----------------------|-------------|--------------|-------|------------------|-----------------|
|                       | Ti          | Me           | Lc    |                  |                 |
| 2nd year              |             |              |       |                  |                 |
| 0:10                  | —( 0.0)     | 4.11(100.0)  | 1.42  | 4.11             | 5.53            |
| 2: 8                  | .30( 6.2)   | 4.52( 93.8)  | 1.25  | 4.82             | 6.07            |
| 4: 6                  | .63( 14.9)  | 3.59( 85.1)  | 1.47  | 4.22             | 5.69            |
| 6: 4                  | .91( 23.7)  | 2.93( 76.3)  | 2.00  | 3.84             | 5.84            |
| 8: 2                  | 1.39( 42.5) | 1.88( 57.5)  | 1.90  | 3.27             | 5.17            |
| 10: 0                 | 2.71(100.0) | —( 0.0)      | 2.67  | 2.71             | 5.38            |
| l. s. d.              |             |              |       | 1.27**           | 1.63 n.s.       |
| C. V. %               |             |              |       | 11.7             | 10.5            |
| 3rd year              |             |              |       |                  |                 |
| 0:10                  | —( 0.0)     | 4.69(100.0)  | 3.28  | 4.69             | 7.97            |
| 2: 8                  | .20( 3.9)   | 4.97( 96.1)  | 2.95  | 5.17             | 8.12            |
| 4: 6                  | .50( 10.5)  | 4.27( 89.5)  | 3.19  | 4.77             | 7.96            |
| 6: 4                  | .94( 19.7)  | 3.83( 80.3)  | 3.62  | 4.76             | 8.38            |
| 8: 2                  | 1.04( 23.9) | 3.32( 76.1)  | 3.56  | 4.36             | 7.92            |
| 10: 0                 | 3.23(100.0) | —( 0.0)      | 4.38  | 3.23             | 8.06            |
| l. s. d.              |             |              |       | 1.32**           | .91 n.s.        |
| C. V. %               |             |              |       | 10.3             | 4.0             |
| 4th year              |             |              |       |                  |                 |
| 0:10                  | —( 0.0)     | 2.19(100.0)  | 2.82  | 2.19             | 5.01            |
| 2: 8                  | .17( 7.9)   | 1.98( 92.1)  | 2.76  | 2.15             | 4.91            |
| 4: 6                  | .68( 29.1)  | 1.66( 70.9)  | 2.74  | 2.34             | 5.08            |
| 6: 4                  | .75( 31.8)  | 1.61( 68.2)  | 2.62  | 2.36             | 4.98            |
| 8: 2                  | .92( 44.2)  | 1.16( 55.8)  | 3.01  | 2.08             | 5.09            |
| 10: 0                 | 1.77(100.0) | —( 0.0)      | 2.89  | 1.77             | 4.66            |
| l. s. d.              |             |              |       | .70 n.s.         | .74 n.s.        |
| C. V. %               |             |              |       | 11.5             | 5.3             |
| Total of 3 years      |             |              |       |                  |                 |
| 0:10                  | —( 0.0)     | 10.99(100.0) | 7.59  | 10.99            | 18.58           |
| 2: 8                  | .77( 6.3)   | 11.47( 93.7) | 7.11  | 12.24            | 19.35           |
| 4: 6                  | 1.81( 16.0) | 9.52( 84.0)  | 7.28  | 11.33            | 18.61           |
| 6: 4                  | 2.60( 23.7) | 8.36( 76.3)  | 8.36  | 10.96            | 19.32           |
| 8: 2                  | 3.34( 34.4) | 6.37( 65.6)  | 8.38  | 9.71             | 18.09           |
| 10: 0                 | 7.71(100.0) | —( 0.0)      | 10.31 | 7.71             | 18.02           |
| l. s. d.              |             |              |       | 2.24**           | 2.41 n.s.       |
| C. V. %               |             |              |       | 7.5              | 4.6             |

The percentage of grass component appears in parenthesis.

急減し、チモシーよりやや上回る程度であった。したがって、2および3年次合計ではメドウフェスクが有意にまさったが、4年次合計では有意差が認められなくなった。3年間合計ではメドウフェスクが有意にまさった。草種間の草量の構成割合(%)を年間合計草量についてみると、2年次から4年次にわたり、いずれの播種割合においてもメドウフェスクの構成割合はチモシーを上回っ

た。しかし、メドウフェスクの構成割合の優位は3年次に最も大となり、4年次では低下がみられた。各年次を通じて、2:8, 4:6, 6:4および8:2の各混播区のイネ科合計草量はメドウフェスクの単播草量よりも有意にまさることはなかった。また、ラジノクロバ草量はイネ科草量と補完的関係が認められ、したがって、区全体草量は各年次にわたり、単播区および混播区の間有意差が

認められなかった。

## 2) チモシー/オーチャードグラス

両草種の単播草量およびその推移について著しい差異がみられた。オーチャードグラスの2年次1番草草量は極めて小であったが、2番草以降は漸次増大し、常にチモシーの草量を上回った。各年次の2および3番草草量はチモシーでは1番草よりもかなり小であったが、オーチャードグラス

では減少の程度が小であった。年間合計草量では、2年次では両草種間に有意差が認められなかったが、3および4年次、さらに3年間合計ではオーチャードグラスがはるかに上回った。草種間の構成割合は、2年次では播種割合による相対的構成割合はチモシーの方が大であったが、3年次以降では次第にオーチャードグラスの構成割合が大となり、いずれの播種割合においてもチモシー

Table 4. The green yield (kg/plot) of timothy, orchard grass and ladino clover mixture

| Yearly and<br>seed ratio | Components  |              |      | Total of<br>grasses | Total of<br>forage |
|--------------------------|-------------|--------------|------|---------------------|--------------------|
|                          | Ti          | Or           | Lc   |                     |                    |
| 2nd year                 |             |              |      |                     |                    |
| 0 : 10                   | —( 0.0)     | 2.78(100.0)  | 1.35 | 2.78                | 4.13               |
| 2 : 8                    | 1.31( 41.2) | 1.87( 58.8)  | 1.61 | 3.18                | 4.79               |
| 4 : 6                    | 1.24( 39.1) | 1.93( 60.9)  | 1.32 | 7.17                | 4.49               |
| 6 : 4                    | 2.05( 63.9) | 1.16( 36.1)  | 1.22 | 3.21                | 4.43               |
| 8 : 2                    | 1.99( 70.8) | .82( 29.2)   | 2.12 | 2.81                | 4.93               |
| 10 : 0                   | 2.40(100.0) | —( 0.0)      | 1.74 | 2.40                | 4.14               |
| l. s. d.                 |             |              |      | 1.09 n.s.           | 1.26 n.s.          |
| C. V. %                  |             |              |      | 13.2                | 9.9                |
| 3rd year                 |             |              |      |                     |                    |
| 0 : 10                   | —( 0.0)     | 5.39(100.0)  | 2.04 | 5.39                | 7.43               |
| 2 : 8                    | .55( 9.9)   | 5.01( 90.1)  | 2.26 | 5.56                | 7.82               |
| 4 : 6                    | .81( 18.2)  | 3.65( 81.8)  | 2.85 | 4.46                | 7.31               |
| 6 : 4                    | 1.48( 30.4) | 3.39( 69.6)  | 3.01 | 4.87                | 7.88               |
| 8 : 2                    | 1.74( 35.7) | 3.14( 64.3)  | 2.76 | 4.88                | 7.67               |
| 10 : 0                   | 3.50(100.0) | —( 0.0)      | 3.72 | 4.50                | 7.22               |
| l. s. d.                 |             |              |      | 1.87*               | 1.41 n.s.          |
| C. V. %                  |             |              |      | 13.8                | 6.6                |
| 4th year                 |             |              |      |                     |                    |
| 0 : 10                   | —( 0.0)     | 3.35(100.0)  | 1.44 | 3.35                | 4.78               |
| 2 : 8                    | .20( 5.4)   | 3.52( 94.6)  | 1.17 | 3.72                | 4.89               |
| 4 : 6                    | .18( 6.7)   | 2.50( 93.3)  | 1.88 | 2.68                | 4.56               |
| 6 : 4                    | .50( 15.0)  | 2.83( 85.0)  | 1.81 | 3.33                | 5.14               |
| 8 : 2                    | .49( 15.6)  | 2.65( 84.4)  | 1.67 | 3.14                | 4.81               |
| 10 : 0                   | 1.74(100.0) | —( 0.0)      | 2.54 | 1.74                | 4.28               |
| l. s. d.                 |             |              |      | 1.04**              | .90 n.s.           |
| C. V. %                  |             |              |      | 12.2                | 6.7                |
| Total of 3 years         |             |              |      |                     |                    |
| 0 : 10                   | —( 0.0)     | 11.52(100.0) | 4.82 | 11.52               | 16.34              |
| 2 : 8                    | 2.05( 16.5) | 10.41( 83.5) | 5.04 | 12.46               | 17.50              |
| 4 : 6                    | 2.22( 21.6) | 8.08( 78.4)  | 6.05 | 10.30               | 16.35              |
| 6 : 4                    | 4.02( 35.3) | 7.38( 64.7)  | 6.03 | 11.40               | 17.43              |
| 8 : 2                    | 4.22( 39.0) | 6.61( 61.0)  | 6.58 | 10.83               | 17.41              |
| 10 : 0                   | 7.27(100.0) | —( 0.0)      | 8.27 | 7.27                | 15.54              |
| l. s. d.                 |             |              |      | 3.26**              | 3.01 n.s.          |
| C. V. %                  |             |              |      | 10.9                | 6.4                |

The percentage of grass component appears in parenthesis.

より大きく上回った。この組合せにおいても、混播区のイネ科合計草量は単播区のオーチャードグラス草量よりも有意にまさはなかった。ラジノクロバを加えた区全体草量も、単播区と混播区の間に各年次にわたって有意差が認められなかった。

### 3) オーチャードグラス/メドウフェスク

両草種の単播草量の推移は前述のとおりである

が、オーチャードグラスの草量は2年次の3番草にいたるまでメドウフェスクよりも下回り、それ以降は上回るようになった。年間合計草量の比較は2年次ではメドウフェスクが有意にまさり、3年次では有意差が認められなくなり、さらに4年次ではオーチャードグラスが有意にまさるようになった。3年間合計では両草種間に有意差が認められなかった。草種間の草量の構成割合は、2年

Table 5. The green yield (kg/plot) of orchard grass, meadow fescue and ladino clover mixture.

| Yearly and<br>seed ratio | Components   |             |      | Total of<br>grasses | Total of<br>forage |
|--------------------------|--------------|-------------|------|---------------------|--------------------|
|                          | Or           | Me          | Lc   |                     |                    |
| 2nd year                 |              |             |      |                     |                    |
| 0: 10                    | —( 0.0)      | 3.78(100.0) | 1.02 | 3.78                | 4.80               |
| 2: 2                     | .16( 4.1)    | 3.76( 95.9) | 1.19 | 3.92                | 5.11               |
| 4: 4                     | .28( 9.9)    | 2.56( 90.1) | 1.14 | 2.84                | 3.98               |
| 6: 6                     | .74( 19.1)   | 3.13( 80.9) | 1.23 | 3.87                | 5.10               |
| 8: 8                     | 1.17( 41.6)  | 1.64( 58.4) | 1.43 | 2.81                | 4.24               |
| 10: 0                    | 2.09(100.0)  | —( 0.0)     | 1.36 | 2.09                | 3.45               |
| l. s. d.                 |              |             |      | 1.66*               | 2.15 n. s.         |
| C. V. %                  |              |             |      | 18.3                | 17.0               |
| 3rd year                 |              |             |      |                     |                    |
| 0: 10                    | —( 0.0)      | 4.08(100.0) | 3.54 | 4.08                | 7.62               |
| 2: 8                     | .62( 13.7)   | 3.90( 86.3) | 3.46 | 4.52                | 7.98               |
| 4: 6                     | .92( 19.4)   | 3.83( 80.6) | 2.82 | 4.75                | 7.57               |
| 6: 4                     | 1.63( 35.6)  | 2.95( 64.4) | 3.10 | 4.58                | 7.68               |
| 8: 2                     | 2.58( 51.4)  | 2.44( 48.6) | 2.67 | 5.02                | 7.69               |
| 10: 0                    | 5.01(100.0)  | —( 0.0)     | 2.43 | 5.01                | 7.44               |
| l. s. d.                 |              |             |      | 1.19 n. s.          | .86 n. s.          |
| C. V. %                  |              |             |      | 9.0                 | 4.0                |
| 4th year                 |              |             |      |                     |                    |
| 0: 10                    | —( 0.0)      | 2.06(100.0) | 3.31 | 2.06                | 5.37               |
| 2: 8                     | .92( 37.9)   | 1.51( 62.1) | 2.67 | 2.43                | 5.10               |
| 4: 6                     | 1.67( 51.4)  | 1.58( 48.6) | 2.21 | 3.25                | 5.46               |
| 6: 4                     | 2.27( 69.4)  | 1.00( 30.6) | 2.14 | 3.27                | 5.41               |
| 8: 2                     | 2.11( 66.6)  | 1.06( 33.4) | 2.22 | 3.17                | 5.39               |
| 10: 0                    | 3.16(100.0)  | —( 0.0)     | 1.74 | 3.16                | 4.90               |
| l. s. d.                 |              |             |      | 1.04**              | 1.04 n. s.         |
| C. V. %                  |              |             |      | 12.7                | 7.0                |
| Total of 3 years         |              |             |      |                     |                    |
| 0: 10                    | —( 0.0)      | 9.92(100.0) | 7.60 | 9.92                | 17.52              |
| 2: 8                     | 1.70( 15.6)  | 9.17( 84.4) | 7.32 | 10.87               | 18.19              |
| 4: 6                     | 2.86( 26.4)  | 7.97( 73.6) | 6.17 | 10.83               | 17.00              |
| 6: 4                     | 4.64( 39.6)  | 7.08( 60.4) | 6.47 | 11.72               | 18.19              |
| 8: 2                     | 5.87( 53.4)  | 5.13( 46.6) | 6.32 | 11.00               | 17.32              |
| 10: 0                    | 10.26(100.0) | —( 0.0)     | 5.52 | 10.26               | 15.78              |
| l. s. d.                 |              |             |      | 2.81 n. s.          | 2.95 n. s.         |
| C. V. %                  |              |             |      | 9.2                 | 6.0                |

The percentage of grass component appears in parenthesis.

次ではメドウフェスクの構成割合はいずれの播種割合においてもオーチャードグラスを上回ったが、3年次ではその程度がやや低下し、4年次ではさらに低下し、その結果、播種割合による相対的構成割合はオーチャードグラスがメドウフェスクを上回るようになった。この組合せにおいても、混播区のイネ科合計草量は単播区の多収草種

の草量よりも有意にまざることはなかった。ラジノクロバを加えた区全体草量についても、前二者の組合せと同様に、単播区および混播区の間には有意差が認められなかった。

## 2. 草種間の競争力の推移

### 1) チモシー/メドウフェスク

いずれの播種割合においても、チモシーはメド

Table 6. The relative yield rate of the grass components in timothy, meadow fescue and ladino clover mixture

| Seed ratio<br>Component<br>Crop | 2 : 8 |      | 4 : 6 |      | 6 : 4 |      | 8 : 2 |      | Combined<br>seed ratios |      |
|---------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------------------------|------|
|                                 | Ti    | Me   | Ti    | Me   | Ti    | Me   | Ti    | Me   | Ti                      | Me   |
| 2nd yr. -1st crop               | .80   | 1.16 | .77   | 1.05 | .73   | 1.31 | .88   | .90  | .87                     | 1.07 |
| -2nd crop                       | .18   | 1.24 | .57   | 1.14 | .47   | 1.82 | .58   | 2.59 | .67                     | 1.36 |
| -3rd crop                       | .44   | 1.63 | .10   | 1.85 | .29   | 2.16 | .15   | 3.28 | .48                     | 1.64 |
| 3rd yr. -1st crop               | .24   | 1.25 | .40   | 1.51 | .47   | 2.03 | .35   | 3.63 | .59                     | 1.50 |
| -2nd crop                       | .70   | 1.25 | .27   | 1.49 | .87   | 1.49 | .68   | 3.76 | .78                     | 1.47 |
| -3rd crop                       | .22   | 1.44 | .49   | 1.60 | .19   | 2.23 | .37   | 2.99 | .56                     | 1.53 |
| 4th yr. -1st crop               | .51   | 1.10 | .84   | 1.18 | .73   | 1.55 | .68   | 2.56 | .81                     | 1.24 |
| -2nd crop                       | .27   | 1.26 | 1.22  | 1.40 | .52   | 2.98 | .55   | 3.23 | .77                     | 1.56 |
| -3rd crop                       | 1.14  | 1.11 | 1.30  | 1.50 | 1.27  | 1.68 | .86   | 2.33 | 1.06                    | 1.31 |
| Combined crops                  | .50   | 1.31 | .60   | 1.44 | .57   | 1.90 | .55   | 2.90 | .71                     | 1.42 |

ウフェスクの抑圧を受けて、その R. Y. R. は 1 以下の値を示した。(4年次2および3番草では播種割合によって1以上を示した例がある)。チモシーの R. Y. R. の推移は刈取り番草によって、一定の傾向を見出し得ず、また播種割合によっても大きな差異はみられなかった。一方、メドウフェスクの競争力はチモシーに対して優位であり、いずれの播種割合においても、その R. Y. R. は 1 以上の値を示し

た。刈取り番草による推移は一定の傾向を示さなかったが、播種割合が小となるに従い、その R. Y. R. は大となる傾向がみられた。刈取り番草および播種割合をこみにした場合、チモシーおよびメドウフェスクの R. Y. R. はそれぞれ 0.71 および 1.42 であった。

### 2) チモシー/オーチャードグラス

両草種の R. Y. R. の推移をみると、2年次1番

Table 7. The relative yield rate of the grass components in timothy, orchard grass and ladino clover mixture

| Seed ratio<br>Component<br>Crop | 2 : 8 |      | 4 : 6 |      | 6 : 4 |      | 8 : 2 |      | Combined<br>seed ratios |      |
|---------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------------------------|------|
|                                 | Ti    | Or   | Ti    | Or   | Ti    | Or   | Ti    | Or   | Ti                      | Or   |
| 2nd yr. -1st crop               | 2.88  | .65  | 1.22  | .75  | 1.86  | .72  | 1.30  | .99  | 1.41                    | .62  |
| -2nd crop                       | 2.89  | .60  | 2.02  | 1.12 | 1.07  | 1.19 | 1.02  | 2.26 | 1.29                    | 1.02 |
| -3rd crop                       | 1.94  | 1.03 | 3.7   | 1.28 | 1.02  | 1.04 | .49   | 1.17 | .85                     | 1.08 |
| 3rd yr. -1st crop               | .95   | 1.11 | .53   | 1.24 | .60   | 1.78 | .60   | 2.53 | .75                     | 1.28 |
| -2nd crop                       | 1.18  | 1.11 | .76   | .97  | .89   | .99  | .73   | 3.06 | .88                     | 1.16 |
| -3rd crop                       | .69   | 1.12 | .45   | 1.07 | .76   | 1.77 | .54   | 3.67 | .74                     | 1.35 |
| 4th yr. -1st crop               | .45   | 1.29 | .20   | 1.28 | .41   | 2.23 | .33   | 3.93 | .57                     | 1.49 |
| -2nd crop                       | 1.14  | 1.24 | .50   | 1.36 | .71   | 1.97 | .46   | 3.80 | .75                     | 1.45 |
| -3rd crop                       | —     | 1.44 | .17   | 1.08 | .56   | 2.07 | .32   | 4.19 | .56                     | 1.49 |
| Combined crops                  | 1.41  | 1.13 | .78   | 1.17 | .93   | 1.60 | .74   | 2.87 | .72                     | 1.27 |

草ではいずれの播種割合でも、チモシーがオーチャードグラスを上回り、2および3番草では漸次チモシーのR. Y. R. が減少し、オーチャードグラスでは大となる傾向がみられた。3年次以降では、いずれの播種割合においても、オーチャードグラスのR. Y. R. はチモシーを上回った。一般に、刈取り番草をこみにした場合、それぞれの草種の播

種割合が小になるに従い、オーチャードグラスのR. Y. R. は明らかに大となる傾向が認められたが、チモシーではやや大となる程度であった。刈取り番草および播種割合をこみにした場合のチモシーとオーチャードグラスのR. Y. R. はそれぞれ0.71および1.27であった。

### 3) オーチャードグラス/メドウフェスク

Table 8. The relative yield rate of the grass components in orchard grass, meadow fescue and ladino clover mixture

| Crop              | Seed ratio<br>Component | 2 : 8 |      | 4 : 6 |      | 6 : 4 |      | 8 : 2 |      | Combined<br>seed ratios |      |
|-------------------|-------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------------------------|------|
|                   |                         | Or    | Me   | Or    | Me   | Or    | Me   | Or    | Me   | Or                      | Me   |
| 2nd yr. -1st crop |                         | .70   | 1.11 | .35   | 1.00 | .70   | 1.84 | 1.11  | 2.04 | .87                     | 1.21 |
|                   | -2nd crop               | .32   | 1.55 | .29   | 1.42 | .36   | 2.73 | .57   | 1.63 | .62                     | 1.51 |
|                   | -3rd crop               | .34   | 1.14 | .38   | 1.04 | .82   | 1.76 | .70   | 2.77 | .66                     | 1.26 |
| 3rd yr. -1st crop |                         | .43   | 1.06 | .42   | 1.47 | .40   | 1.68 | .57   | 2.65 | .65                     | 1.31 |
|                   | -2nd crop               | .89   | 1.24 | .31   | 1.39 | .70   | 1.62 | .83   | 2.57 | .80                     | 1.06 |
|                   | -3rd crop               | .80   | 1.16 | .66   | 1.66 | .72   | 1.96 | .68   | 2.95 | .80                     | 1.50 |
| 4th yr. -1st crop |                         | 1.40  | .90  | 1.06  | 1.22 | .91   | 1.33 | .80   | 2.51 | .97                     | 1.16 |
|                   | -2nd crop               | 1.19  | 1.02 | 1.21  | 1.73 | 1.07  | .99  | .89   | 2.55 | 1.02                    | 1.25 |
|                   | -3rd crop               | 1.94  | .93  | 2.13  | .92  | 2.12  | .84  | .90   | 2.83 | 1.41                    | 1.06 |
| Combined crops    |                         | .83   | 1.16 | .61   | 1.34 | .76   | 1.78 | .73   | 2.59 | .83                     | 1.32 |

R. Y. R. の推移はメドウフェスク優位からオーチャードグラス優位に変わった。両草種の単播草量の優劣の転換は3年次1番草であったが、R. Y. R. の転換は4年次になって認められた。オーチャードグラスの優位の程度はその播種割合が小であるほど大であったが、8:2のようにメドウフェスクの播種割合が小である場合は終始メドウフェスクが優位であった。刈取り番草および播種割合をこみにした場合、オーチャードグラスおよびメドウフェスクのR. Y. R. はそれぞれ0.83および1.32であった。

一般に、播種割合が小となるほど、R. Y. R. は大となる傾向が認められ、競争力の大きい草種にこの傾向が顕著であった。また、競争力の小さい草種では播種割合が小となるに伴いそのR. Y. R. はやや大となり、したがって抑圧を受ける程度がやや小となることを示した。

## IV 考 察

競争現象の解釈について、山田<sup>15)</sup>は集団の異型個体間(遺伝的であると後天的であるとを問わず)に養

水分や光の摂取に対するせり合いが起こり、競争力の強い個体はその弱い個体を抑圧しておう盛な生長をとげ、一方競争力の弱い個体は逆に劣弱な生長を強いられていく現象であると定義している。

集団が定着し、さらに発達していく過程において、養分や水分に対する根系間の競争が起こり、次第に地上部競争へと発展してゆくが、集団の発達の後期においては、光に対する競争が一般に重要となるといわれる<sup>11)</sup>。

本試験では集団を構成する草種の草量に関する成績から草種間の競争力を推定したが、この競争力は草種の固定した能力ではなく、植物自体の生長速度と環境(自然要因+刈取、施肥などの技術要因)との複合効果によるものと考えられる。

植物の生長速度に関する形質として種子の大きさがあげられ、種子の大小によって幼植物の大きさや幼植物の競争力も異なるという<sup>2)</sup>。しかし、幼植物の競争力と種子の大きさとの関連は必ずしも一般的ではないともいわれる<sup>9)</sup>。チモシー、オーチャードグラスおよびメドウフェスクの粋を除いた

種子の 100 粒重は前二者は 60 mg 前後、メドウフェスクは 240mg 前後であり、ポット植えた発芽 52 日後の地上部の風乾草量はチモシー 8.5 g、オーチャードグラス 10.6 g、メドウフェスク 12.2 g であり、地下部風乾重はそれぞれ、6.4 g、10.6 g および 12.5 g であり、メドウフェスクの初期生育が殊にすぐれていた (脇本隆, 未発表)。R. E. BLASER<sup>9)</sup>は very aggressive species としてイタリアンライグラスやペレニアルライグラスをあげ、次に aggressive species としてメドウフェスクやオーチャードグラスを、さらに non-aggressive species としてチモシーをあげ、幼植物の生長速度は草地の草種構成に影響を与えるであろうと結論している。

地下部分における養水分のうばい合いは、根系の発達程度の差異にもとづくものであり、その結果、草種間の競争に著しい影響をもたらす<sup>10)</sup>。根量とともに、根の発生パターンもまた、養水分のうばい合いに関連があると推定される。I. H. STUCKEY<sup>12)</sup>によると、チモシーおよびメドウフェスクの根は 1 年ごとに再生するが、新根は秋に発生し、古い根は新根の確立後に機能を失う。一方、オーチャードグラスの根の多くは 1 年以上機能を保ち、新しく発生したり、衰えたりする根量は毎年比較的小であるという。根量や発生パターンの差異は当然養水分吸収の差異をもたらすであろうから、生長速度、ひいては競争力にも影響すると考えられる。

栽植密度と競争力との関係については、一般に単播の場合は栽植密度があらひほど、個体当りの環境要素の摂取量が多くなるので生長が促進される。栽植密度と生長速度との逆比例的関係は一般的である<sup>9)</sup>。本試験では混播 2 草種 A および B の播種割合を  $\rho_A = 0 \sim 10$  および  $\rho_B = 10 \sim 0$  として  $\rho_A + \rho_B = P$  を一定にした。 $\rho_A$  あるいは  $\rho_B$  が小である場合は大である場合よりも単位播種割合当りの草量が大であった。これは競争力の異なる 2 草種のいずれにも認められた。すなわち、競争力の大きい草種 A は  $\rho_A$  が大であるときよりも小である方が競争力の優位程度が大であった。また、競争力の小さい草種 B では  $\rho_B$  が小である方が草種 A

によって抑圧される程度が小であったが、その程度は  $\rho_B$  の程度によってあまり変わらなかった。このような 2 草種間の競争力の収支は、混播草量がいずれの草種の単播草量よりも有意に大となるような有利性を導くには至らなかった。本試験では同伴のラジノクロバ草量がイネ科草量と補完的關係を示したために、区全体草量は単播および混播の間に有意差が認められず、イネ科草種混播の実用的効果を見出せなかった。このように、イネ科草種間の混播草量がいずれかの草種の単播草量を上回らなかった例がほかにも多い<sup>12)13)</sup>。

草種間の競争力の差異は草種の能力と環境との複合効果の結果であるとするれば、技術的な要因によって草種間の競争効果を有利に導き、草収量の向上を図ることも可能かと思われるが、そのためには草種の生態的特性の究明と環境とくに技術要因との関連など今後の問題点が極めて多い。

J. P. VAN DEN BERGH<sup>14)</sup>はイネ科草種混播よりもそれらの単播が良い理由として次の点をあげた。

1) 光が混播草地における生産構造を通じて、より良く利用し得るという可能性は、草地の草冠 (leaf canopy) がまだふさがれていない期間にのみ重要である。もし刈取りごとの収量が高い場合には、この利益は殊に小さいものである。2) 生育リズムの異なった草種からなる混播草地は草量がより大となるであろうというが、年内の生育期間における草種構成の変化は徐々に起こるので、この有利性は失われる。3) 混播における多収草種が何かの理由で草勢が劣った場合に、少収草種が一時的に草生産を引継ぐことがある。しかし、この一時的利益はその主要草種の回復が、ほかの草種によってさまたげられるときは永続的欠点に変わるかもしれない。不良条件の下では、時として少収草種や不良草種が造成草地に侵入することがある。この侵入を防ぐために、混播と単播とはどちらが効果的か問題が残る。そして、これらの見解から、造成草地の問題は最も草量の高い草種組合せを選定するよりも、むしろ多収草種の選定が必要であると結論している。

根釧地方における採草地の造成にはチモシー、オーチャードグラスおよびメドウフェスクのイネ

科草種を混播することが多い。かような採草地の草種構成は、立地条件によって異なった傾向を示すようである<sup>13)</sup>。すなわち、内陸部ではオーチャードグラス>メドウフェスク>チモシーの関係がみられたのに対し、沿海部ではチモシー>オーチャードグラス>メドウフェスクの関係がみられた。

6月上旬ないし中旬の刈取初期は、オーチャードグラスの出穂期であり、ほぼ7~10日の間隔でメドウフェスク、さらにチモシーの出穂期が続く。

現在、根釧地方における1番草の刈取りには30~50日を要する実状にあるため、刈取り末期ではオーチャードグラスやメドウフェスクは枯渇しつつあり、チモシーは開花期を過ぎている。多草種混播草地の刈取りを早期に行なえば年間3回の刈取りが可能となるが、チモシーの再生を著しく損う結果となる。また、刈取りが遅過ぎるときは原料草の品質が低下し、年間2回しか刈取りができないので、オーチャードグラスやメドウフェスクの再生を有効に利用できない結果となる。広大な採草地を短期間に適期刈りを行なうことは労力、機械力および天候などの関係から極めて困難である。この対策の1つは早期刈取用と晩期刈取用の草地を別々に造成することであるが、前者はオーチャードグラスを主体にし、後者はチモシーを主体にした単純混播草地が合理的である<sup>14)</sup>。このように利用上の面からもイネ科草種間の混播は得策ではないと考えられる。

## V 結 論

チモシー、オーチャードグラスおよびメドウフェスクの3草種を供試して、発芽可能種子数(6万粒/a)によって、2草種ずつの播種割合をそれぞれ、0:10, 2:8, 4:6, 6:4, 8:2および10:0とした6処理を設け、ラジノクローバを共通に組合せた。

2~4年次にわたり、年間3回の刈取りを行ない、それぞれの組合せごとの草種構成と草量の推移から次のような結果を得た。

1) イネ科草種の草量と競争力の比較の推移は次のとおりであった。

|      | 2 年 次 |       | 3 年 次 |       | 4 年 次 |       |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      | 草 量   | 競争力   | 草 量   | 競争力   | 草 量   | 競争力   |
| 1 番草 | T>M>O | M>T>O | O>M>T | M>O>T | O>M>T | M>O>T |
| 2 番草 | M>O>T | M>T>O | O>M>T | M>O>T | O>T>M | M>O>T |
| 3 番草 | M>O>T | M>O>T | O>M>T | M>O>T | O>M>T | O>M>T |

T:チモシー O:オーチャード M:メドウフェスク

2) 一般に、混播区におけるイネ科2草種の合計草量は単播区のいずれかの草種の草量よりも有意にまさることはなかった。

3) 区全体の草量について、イネ科草量とラジノクローバ間に補完作用が認められ、単播区および混播区の間有意差が認められなかった。

4) イネ科2草種の組合せにおいて、播種割合が小となるほど、相対草量比は大となる傾向が認められ、競争力の大きい草種にこの傾向が顕著であった。競争力の小さい草種では播種割合が小となるに従い、その相対草量比はやや大となり、抑圧を受ける程度がやや小となることを示した。

## 引用文献

- 1) ABERG, E., I. J., JOHNSON, C. P., WILSIE, 1943; Associations between species of grasses and legumes. J. Am. Soc. Agron., 35: 357-369.
- 2) BERGH, J. P. VAN DEN, 1968; An analysis of yields of grasses in mixed and pure stands. Agricultural Research Reports 714, Centre for Agri. Publ. and Docum., Wageningen, pp. 71.
- 3) BLASER, R. E., W. H., SKRDLA, 1952; Ecological and Physiological factors in compounding seed mixtures. Adv. Agron., 4: 179-216.
- 4) ———, T. H., TAYLOR, W., GRIFFETH, W., SKRDLA, 1956; Seedling competition in establishing forage plants. Agron. J., 48: 1-6.
- 5) CROCKER, R. L., P. M., MARTIN, 1964; Competition between perennial ryegrass and meadow fescue under field plot conditions. J. Br. Grassld Soc., 19: 27-29.
- 6) DONALD, C. M., 1963; Competition among crop and pasture plants. Adv. Agron., 15: 1-118.
- 7) ENGLAND, F., 1968; Competition in mixtures of herbage grasses. J. appl. Ecol., 5: 227-242.
- 8) ERDMANN, M. H., C. M., HARRISON, 1947; The

influence of domestic ryegrass and redtop upon the growth of Kentucky bluegrass and Chewings fescue in lawn and turf mixtures. J. Am. Soc. Agron., 39: 682-689.

- 9) RHODES, J., 1968; The growth and development of some grass species under competitive stress. 1. Competition between seedlings and established plants. J. Br. Grassld. Soc., 23: 129-136.
- 10) RHODES, I., 1968; The growth and development of some grass species under competitive stress. 3. The nature of competitive stress and characters associated with competitive ability during seedling growth. J. Br. Grassld. Soc., 23: 330-335.
- 11) RHODES, I., 1970; Competition between herbage grasses. Herbage Abstracts 40; 115-121.
- 12) STUCKEY, I. H., 1941; Seasonal growth of grass roots. Am. J. Bot., 28: 486-491.
- 13) 脇本 隆, 金川直人, 1970; 北海道根室, 釧路地方における採草地の実態 第1報 造成3年目採草地の草収量と草種構成, 日草誌, 6: 226.
- 14) ———, 1970; 根釧地方における採草用地の現状と問題点, 北農, 37: 42-50.
- 15) 山田豊一, 1957; 農業面からみた植物競争についての最近の研究動向の問題点, 生物科学, 9: 55-61.

### Summary

The purpose of the present investigation was to study competition found between two grasses growing with ladino clover in association and to ascertain beneficial effect on the forage yield of these mixtures as compared to mono-grass and ladino clover mixture.

Three sets of bi-grass combination, namely timothy and meadow fescue, timothy and orchard grass and orchard grass and meadow fescue, were established in a field

plot. The following seed ratios (total number of germinable seed being 60,000/a) in bi-grass combination were adopted in this study, viz. 0:10, 2:8, 4:6, 6:4, 8:2 and 10:0.

This work was carried out in a 4-year experiment under common treatments, namely in fertilization and in cutting time, over all experimental plots. Summary follows:

1) The comparisons between grasses on the forage yield and competition were as follows:

|          | 2nd year |        | 3rd year |        | 4th year |        |
|----------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|
|          | Yield    | Compe. | Yield    | Compe. | Yield    | Compe. |
| 1st crop | T>M>O    | M>T>O  | O>M>T    | M>O>T  | O>M>T    | M>O>T  |
| 2nd crop | M>O>T    | M>T>O  | O>M>T    | M>O>T  | O>T>M    | M>O>T  |
| 3rd crop | M>O>T    | M>O>T  | O>M>T    | M>O>T  | O>M>T    | O>M>T  |

2) The total yields of grasses within bi-grass and ladino clover mixture were not significant as compared to the yield of grass within mono-dominant grass and ladino clover mixture.

3) Any plot of bi-grass and ladino clover mixtures did not outyield their mono-grass and ladino clover mixtures, because the yields of ladino clover compensated for the yields of the grasses.

4) Generally, the lower the seed ratio, the larger the relative yield rate became. This trend was notable in the higher competitive grass. Otherwise, the lower competitive grass was not suppressed excessively at the lower seed ratios.