

日本産雑草類ののり面保護工に対する
利用方法に関する研究 (II)

林道切取りのり面での検討

江崎次夫*・伏見知道**

Studies on the Use of Japanese Weeds
for the Protection Work of Bare Slope (II).
Examination on the Cutting Slope
of the Forest Road

Tsugio EZAKI and Tomomichi FUSHIMI

Summary: This report dealt with the suitability of several Japanese weeds (SUSUKI: *Miscanthus sinensis* ANDERSS, KUZU: *Pueraria thunbergiana* BENTH, ITADORI: *Polygonum cuspidatum* SIEB. et ZUCC., YOMOGI: *Artemisia princeps* PAMP, and FUJI: *Wisteria brachybotrys* SIEB. et ZUCC.) for the protection of the cutting slope of the forest road. On the cutting slope of a forest road at Ehime university forest, 12 experimental plots were set by the seeding, the cuttings, and the root planting. Each plot has a length of 6m and a width of 2m. The observations have been conducted since July, 1975. The experimental plots locates 680m above the sea level, and the soil class belongs to the sandy loam. The average meteorological conditions (1970~1975) were as follows: average temperature 13.7°C, rainfall in a year 2000 mm, temperature -10°C~33°C. The result from July, 1975 to February, 1976 may be summarized as follows:

- 1) The germination rates of weed seeds on the bare ground were from 25.0% to 93.3%. The germination rates of the species with large sized seeds were higher than that of the other species.
- 2) In YOMOGI plot, both their rates of root production and root planting showed the highest values.
- 3) The growth period of all vegetation employed was reduced to a half of the normal period, nevertheless YOMOGI cuttings, SUSUKI seedlings, and FUJI seedlings showed the normal growth. But the growth of seedlings of KUZU, ITADORI and YOMOGI became below the normal growth with shortening of the growth period.
- 4) The vegetation showed fairly the efficacy for controlling the sediment discharge and the run-off depth in the vegetation plots.

本研究の一部は、昭和50年度文部省科学研究費の交付をうけて行なった。

* 附属演習林 University Forest

** 森林工学研究室 Laboratory of Forest Engineering

- 5) The sediment discharge and the run-off depth showed higher interrelation with the intensity of rainfall than to the rainfall depth, and showed higher interrelation with the accelerated precipitation index than to the intensity of rainfall.
 - 6) On all experimental plots, a high correlation was found between the sediment discharge and the run-off depth.
 - 7) The Japanese weeds and some species of exotic plants were equally matched in the degrees of the initial growth and the erosion control on the cutting slope by the weeds.
- Those results indicates to be applicable Japanese weeds for use in bare slope protection works.

要 旨 日本産雑草類の林道のり面での利用価値を検討するため、演習林内に、12の試験区を設け、比較的低い成立密度で播種、挿木および分根を行ない、観察を続けている。昭和50年7月中旬～昭和51年2月中旬までの結果を要約すると、次のとおりである。

- 1) 各雑草の露地発芽率は、25.0～93.3%であり、小粒種よりも大粒種の方が、発芽率は高い。
- 2) 挿木および分根で、最も高い発根率を示したのは、ヨモギの87.4%、および92.3%である。
- 3) ヨモギ挿木、ススキおよびフジは、成長期間が半減しても、通常の生育量を示すが、クズ、イタドリおよびヨモギ種子は、生育期間が短くなると生育量が劣る。
- 4) 植生工区の土砂流出抑制作用および降雨流出抑制作用は、成立本数が少ない場合でも、かなり高い。
- 5) 土砂流出量および降雨流出高には、降雨量よりは降雨強度が、降雨強度よりは降雨加速指数がより高い照応を示している。
- 6) 土砂流出量と降雨流出高との間に、すべての試験区で、高い相関関係が認められる。
- 7) 日本産雑草類の初期成長、低い成立密度における土砂流出抑制作用および降雨流出抑制作用は、高い成立密度の外来種に匹敵している。

以上から、日本産雑草類の利用価値は高く、のり面保護工に十分適用できることがわかる。

I は じ め に

我国では、植生のり面保護工に、ケンタッキー31 フェスクやウィーピングラブグラス等の外国産牧草が比較的多く使用されてきている。これら外国産牧草は、施工時に施した肥料の効果が消失すると生育が鈍り自然に消滅に向う傾向が認められ^{1)~6)}、この傾向は切り取りのり面で著しい⁷⁾ばかりでなく、周囲景観との不調和を生ずる場合も多い。本来、林道その他路線の開設のために、一時的に周辺環境が変化される場合には、環境を順次回復させるために、路線周辺の植生を十分考慮に入れ、景観的調和のとれたのり面保護工を施すべきである。しかし、従来多くの場合、こういった点に無頓着に、安易に外来種の導入による早期緑化を計ってきた。元来、我国には固有の雑草の種類が非常に多いにもかかわらず、のり面保護工用としては、あまり利用されていない。この理由としては、在来種の利用についての優秀性を認めても^{8)~10)}、急速に増加している需要に即応できるような、増殖方法の研究やそれに基づく供給態勢ができていないために他ならない。

そこで、著者らは、昭和47年から在来植生の切り取りのり面での生育や保護上の諸効果について、実地の知見を得るとともに、その具体的増殖法についても若干の検討を試みてきている。クズについては、その種子特性および新しい増殖法を明らかにし、のり面保護工用として有効であることを報告した¹¹⁾。

今回は、クズのほかヨモギ、フジ、イタドリおよびススキを取りあげ、施工上最も不適当な7月中旬に、しかも、外来植生に比べかなり低い成立密度で、林道切り取りのり面に直接、播種・挿木および分根により施工した場合の、生育と土砂ならびに降雨の流出に対する影響について、概括的調査を進めて、これら外来種ののり面保護効果上の意義について若干の検討を試みたので報告する。

なお、本研究において、種々ご教示いただいた渡部桂助教授、ならびに試験地設定、調査にご協力いただいた米野々演習林事務所の尾上肇、山本正男、村上汎司、藤久正文の各技官に対し、心からお礼申し上げる。

II 試験地の概況

試験地は、本学米野々演習林1林班ち小班内で、昭和47年3月に開設した林道の一部を、昭和50年5月に拡幅して出来た新しい切り取りのり面であり、標高約680mである。試験地は、スギ造林地下方の、領家帯花崗岩類の花崗閃緑岩風化土層の傾斜35°の南向き断面であり、土性は砂壤土である。試験地土壌の水分、酸度および硬度を表一に示す。土壌含水率は4週毎に測定した結果をとりまとめたものであるが、年間を通じての変化は、降水量および使用植生の生育状況にあまり関係なく、比較的低い値であり、土壌の透水能がかなり高いことを示している。また、土壌酸度は、観測期間中3回、5cm深さの値を測定した結果であるが、実験開始前PH5.2~6.2であり、区によりやや違いがみられるものの、観察期間中の植生の生育過程に伴う変化は認められない。さらに、土壌硬度についても、3回測定を行ったが、硬度の違いは認められない。

Table 1 General conditions of the soil in each experimental plot

| plot No. | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| moisture content (%) | max. | 17.7 | 18.9 | 19.5 | 17.8 | 20.9 | 22.1 | 21.8 | 21.9 | 22.6 | 23.0 | 23.0 | 24.0 |
| | min. | 14.2 | 16.1 | 14.8 | 15.0 | 17.5 | 17.4 | 18.2 | 17.9 | 17.8 | 19.0 | 19.0 | 19.9 |
| | mean | 16.5 | 17.9 | 17.6 | 16.7 | 19.0 | 19.7 | 19.8 | 19.8 | 20.5 | 20.9 | 21.1 | 21.4 |
| PH(H ₂ O) | the 1st | 6.00 | 5.80 | 5.92 | 6.10 | 6.20 | 5.40 | 5.18 | 5.50 | 5.50 | 5.72 | 5.25 | 5.50 |
| | the 2nd | 5.92 | 5.80 | 6.00 | 5.40 | 6.00 | 5.51 | 5.19 | 5.67 | 5.51 | 5.54 | 5.62 | 5.49 |
| | the 3rd | 5.98 | 5.94 | 6.02 | 5.80 | 6.13 | 5.58 | 5.21 | 5.54 | 5.50 | 5.54 | 5.45 | 5.55 |
| hardness | the 1st | 18 | 15 | 19 | 18 | 16 | 19 | 18 | 18 | 20 | 20 | 19 | 22 |
| | the 2nd | 20 | 17 | 20 | 19 | 18 | 20 | 20 | 20 | 19 | 20 | 21 | 20 |
| | the 3rd | 20 | 18 | 21 | 22 | 19 | 21 | 22 | 20 | 20 | 22 | 22 | 22 |

the 1st: July 17, 1975

the 2nd: Dec. 8, 1975

the 3rd: Feb. 2, 1976

III 供試材料

使用雑草は、特に、のり面保護効果という観点から、根系の発達形状によって2種類に分けた。すなわち、比較的地表近くで発育し、土壌緊ばく効果を期待できるもの、および直根性で地中深く浸入し、杭による土壌の締め固めと同様の効果を期待できるものの2種類である。それぞれの種類に入る雑草名、分布および特徴は^{12)~15)}、下記のとおりである。なお、対照区に、外来種のケンタッキー31フェスクおよびウィーピングラブグラスも含めた。

[A] 主として、細根性であり、地表近くでの土壌緊ばく効果を期待できるもの。

1) ヨモギ(きく科) *Artemisia princeps* PAMP

本州、九州、四国の山野に普通に見られる多年生草本で、朝鮮、小笠原にも産する。草丈は50~100cmで、多数分枝するので、被覆量が大きい。種子は小粒で、精選にやや難があるが、採種は容易であり、発芽率が高い。根は地表近くで網の目のように発達する。その伸長範囲は茎を中心に、水平方向が半径40~45cm、深さは25cm程度までである。乾燥によく耐え、しかも生命力が強い。根を約10cm長に切り、秋、土羽打ちしておけば、翌初春から旺盛な成長を始める。挿木および分根は、生育期間内ならば、時期的制約が少なく、しかも高い発根率を示す。

2) ススキ(いね科) *Miscanthus sinensis* ANDERSS

日本全国の山野どこにでも多くはえる大型の多年生草本である。乾燥地、やせ地、砂礫地、酸性土壌に耐えて、よく繁殖する。裸出地では、一般の草木よりも先入してよく育つ。草丈は100~150cm位に達し、被覆量も大きい。播種後、2~3年で根茎はよく分枝、横走り、節間は短く、そして、堅くて大きい根がはえる。根系の伸長範囲は、

株を中心に、水平方向が30~50 cm程度、深さは40 cm程度までである。種子は発芽率が低い、採種は容易である。また、分根も容易に行える。

3) ケンタッキー 31 フェスク (いね科) *Festuca elatior* var. *arundinacea*. (Kentucky 31 Fescue)

アメリカ原産で、我国には1950年に入った。一般の草の成長の衰える時期にもよく育つ特性をもち、特に秋から翌早春にかけてよく伸びて(秋草)、1年を通じて青々として、草丈も60~120 cmに達するといわれているが、我々の観察結果では、土壤水分に影響される傾向が認められるとともに、冬期地上部が全面的に枯れるか、いくらか緑を残すものの成長を認めることはできない。我々の試験地の冬期気温は、米国の生育地よりも若干高く、生育に対する影響は気温によるものではなく土壤養分が考えられる。元来、この草は水分の多い粘質土壤で、しかも窒素分を好む傾向が強いものである。

4) ウィーピングラブグラス (いね科) *Eragrostis curvula*. (Weeping love grass)

南アフリカ原産で、我国には1949年に入った。いね科の多年生草本で、土壤を選ばず、砂地でも育ち、しかも、成長が早く、分けつ力、再生力が強く、草丈は90~120 cmに達するといわれている。しかし、我々の観察結果では、土壤養分が欠乏してくると地上部の枯れが早く、追肥の時期や管理が適切でないと、自然消滅したり、翌春の芽出しが非常に遅くなる。また、寒さに対しても弱い。

〔B〕 主として、直根性であり、杭効果を期待できるもの。

1) イタドリ (たで科) *Polygonum cuspidatum* SIEB. et. ZUCC

日本全国の山野どこにでも多くはえる大形の多年生草本である。特に、乾燥地、やせ地および酸性の土地にもよく耐えて育つ。茎は中空円柱形であり、冬には木質の枯れた茎がのこる。雌雄異株であり、成熟種子は三方に羽がっついて、50~60%の硬実を含む。根は直根性で、播種当年の根長は30 cm以上になるが、2年目以降は肥大成長が著しいようである。3年程度で根長は60~70 cm、根の最大径は10 mm程度になる。発芽処理をしないで、播種すると発芽が遅く、しかもばらつきが認められるが、秋から晩冬に分根した場合には、翌春早くから旺盛な成長をする。しかも、分根の場合には、分根時期によって、その後の成長に差が認められるものの、時期を選ばない。

2) クズ (まめ科) *Pueraria thunbergiana* BENTH

北海道から九州までの山野に普通にはえる丈夫な多年生のつる状草本で、茎の基部は木質になる。全株に褐色のあら毛があり、つる状の茎は長く伸びて10 m以上に達することもあるので、被覆量が非常に大きい。種子は60~70%の硬実を含む。根は直根性で、土壤が硬い場合、直根のみが発達し、細根はあまりみられない。土壤が軟らかい場合、直根とともに、多数の細根もみられる。しかし、直根長には、土壤硬度の違いによる差はあまりみられない。播種した場合、根長は2年目で、1 m以上に達し、根の最大径も1.5 cm以上になる。年々肥大成長するとともに、1年目から根粒菌もできる。また、挿木および分根による増殖も可能である。

3) ヤマフジ (ノフジ, まめ科, 木本) *Wisteria brachybotrys* SIEB. et. ZUCC.

本州中部以西の山野に自生するが、ときには観賞用として人家の庭園に植えられるつる性の落葉低木である。茎はフジと異って左巻きである。地上部の成長が著しいので、クズ同様、被覆量が非常に大きい。種子は一粒2 g前後とかなり大きく、発芽率は100%に近く、発芽もほぼ均一である。根は直根性であり、播種した場合、1年目で根長は40 cm以上に達する。2年目以降も根の生育は順調で、特に肥大成長が著しく、最大径は2 cm以上になる。根粒菌は1年目からでき、挿木による増殖も可能である。

IV 実験の方法

試験区は12区で、図—1に示すように数字の順に設定した。

播種区については、種子と肥料(くみあい48号)を現地の土に混ぜ、のり面に50 cm間隔に水平に刻んだ深さ5 cmの筋状溝にまきつけ、若干の覆土をした。挿木および分根の場合、肥料を現地の土と混ぜ、植溝付近にばらまいた。なお、肥料は各区とも1 m²当り窒素の純量で10 gを施した。使用した種子の発芽率・純度および播種必要量は表—2に、挿木および分根の場合の、穂長、根長、径、重量および必要量は表—3に示した。この表で1 m²当りの種子必要量の決定には、前報⁵⁾に示した式を使用した。挿木および分根の場合の必要量の決定には、根系の広がりなら

| | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--------------------|----------------------|---------------------|-------------------|---------|---------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| ITADORI (seeding) | KUZU (cuttings) | YOMOGI (cuttings) | YOMOGI (seeding) | KUZU (seeding) | CONTROL | SUSUKI (seeding) | YOMOGI (root planting) | Kentucky 31 Fescue | SUSUKI (root planting) | FUJI (seeding) | Weeping love grass |

Fig. 1 Arrangement of experimental plots

Table 2 Conditions of seeds for the seedlings

| species | rate of germination (%) | rate of purity (%) | number of seed grains per one gram | number of expectation of grass per m ² | seed quantity g/m ² |
|--------------------|-------------------------|--------------------|------------------------------------|---|--------------------------------|
| Itadori | 86 | 95 | 398 | 1,000 | 3.1 |
| Yomogi | 74 | 85 | 11,065 | 5,000 | 0.7 |
| Kuzu | 80 | 100 | 105 | 100 | 2 |
| Susuki | 10 | 93 | 1,268 | 1,000 | 9 |
| Kentucky 31 fescue | 86 | 95 | 398 | 10,000 | 31 |
| Fuji | 100 | 100 | 0.4 | 100 | 250 |
| Weeping love grass | 73 | 95 | 3,768 | 10,000 | 4 |

Table 3 Characters of the scion and the divided root in each species

| species | fresh weight(g) | length(cm) | diameter(mm) | number per one row | total number |
|----------------------|-----------------|------------|--------------|--------------------|--------------|
| Kuzu(scion) | 4.4 | 14.5 | 6 | 5 | 65 |
| Yomogi(scion) | 6.4 | 15.0 | 8 | 11 | 143 |
| Yomogi(divided root) | 5.7 | 13.5 | 8 | 5 | 65 |
| Susuki(divided root) | 4.4 | 14.5 | 6 | 5 | 65 |

びに地上部の生育状況を基礎にして決定した。

各試験区の大きさは、幅 2 m, 斜面長 6 m (水平距離で 5 m, 1 区画の水平面積 10 m²) で、各区を板枠で区切り、各区の下方に 1 m²の受板 (トタン) を付け、その先に第 1 受箱 (石油空カン) 1 個を置き、流出土砂および降雨流出量の大部分を受ける。第 1 受箱が満水になった場合のために、さらに第 2 受箱 (ドラムカン) を置き、第 1 受箱とゴム管で連結した。受板および受箱には、当該試験区以外からの雨水が降りこまぬようビニール製のおおいをかかけた。なお、試験区上方の林地および両側ののり面を流下する雨水が枠を越えて試験区内に流入しないように、試験区上方および両側に丸太・ビニール製桶の制水兼排水工を設けた。

試験地は、昭和 50 年 7 月 16~18 日に設定し、7 月 28 日に第 1 回測定を実施し、以後 1 週間毎に、土砂流出量および降雨流出量の測定を、また、各区について、定期的に植生の発芽・生育状況、根系の発達状況、土壌水分 (重量法による)、PH (ガラス電極 PH メーターによる) および土壌硬度 (山中式硬度計による) の調査を行っている。なお、昭和 50 年 10 月 27 日に、各区の 1 部について掘り取り調査を実施した。

V 結果および考察

[A] 植生の生育

1) 発芽率および発根率

露地発芽率および発根率を表—4 に示す。

Table 4 The germination rate of the seeds and the rooting in the experimental area

| species | number of germination | expected value of materialization | germination rate (%) |
|------------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Itadori | 110 | 200 | 54.0 |
| Yomogi | 250~ 300 | 1,000 | 25.0~30.0 |
| Kuzu | 25 | 30 | 83.3 |
| Susuki | 100~ 150 | 200 | 50.0~75.0 |
| Fuji | 28 | 30 | 93.3 |
| Kentuckey 31 fescue | 1,300~1,500 | 2,000 | 65.0~75.0 |
| Weeping love grass | 1,000~1,200 | 2,000 | 50.0~60.0 |
| species | number of rooting | expected value of materialization | rate of rooting (%) |
| Kuzu (cuttings) | 0 | 65 | 0 |
| Yomogi (cuttings) | 125 | 143 | 87.4 |
| Yomogi (root planting) | 60 | 65 | 92.3 |
| Susuki (root planting) | 7 | 65 | 10.8 |

播種区では、フジが最も高く、93.3%であり、以下、クズ、ケンタッキー31 フェスク、ススキ、ウィーピングラブグラス、イタドリおよびヨモギの順序である。ヨモギ種子は、25~30%で最も低い発芽率であったが、ヨモギは、根茎が長くなり、ほふく枝からさらに新植物を生じて繁殖する¹⁴⁾ので、この程度の発芽率でも成立密度の減少についてはなんら心配することはないものと考えられる。なお、露地発芽率は、植溝を浅くすると、高くなる¹⁸⁾から、今後、播種方法を変えれば50~60%の発芽率を期待することができるであろう。次に、ススキ種子は表-2から明らかなように、発芽率そのものが10%とかなり低いので、大面積ののり面保護工に使用する場合、かなり大量の種子を必要とする。そこで、今後発芽率そのものを高めるため、促進処理や種子の採取時期の検討が必要であろう。イタドリ種子は50~60%の硬実¹⁵⁾¹⁷⁾を含むので、他の雑草と混播して、発芽を均一にするためには、発芽促進処理が必要であろう。しかし、イタドリだけ使う場合は、発芽がフジ、ヨモギおよびススキと比べて、1週間程度遅れるだけなので、早期緑化という点では、若干問題を残すが、いまのところ、クズのような発芽促進処理¹¹⁾を特に考える必要はないであろう。

挿木区では、ヨモギ143本中125本が発根し、87.4%の高い発根率を示したが、クズはまったく発根しなかった。この理由としては、腐敗による枯死が考えられる。すなわち、クズは中心の髓部を通して腐敗が進行しやすく、他の穂木とは異なり、発根後も腐敗のために、若干枯死した¹¹⁾¹⁶⁾のかもしれない。また、著者らの実験では¹¹⁾、4月に採穂し、さしつけた場合は、76~80%の高い発根率を得たが、クズの伸長期につるを採穂した場合¹⁶⁾は、腐敗のため発根率が著しく低下するといわれていて、今回は時期的には非常にむずかしいと考えたが、7月15日に採穂し、流水に1昼夜浸した後さしたためかもしれない。この場合、森下¹⁶⁾のように、貯蔵づるを用いたならば、かなりの発根が認められたかもしれない。

分根区での発根率は、ヨモギが92.3%と高い値を示した。しかし、ススキは10.8%の低発根率であった。これは施工を簡単に行うために、株を小さくしたため、梅雨明け後の乾燥の影響を大きく受け、枯れたためと考えられる。

全体として、梅雨明けの降雨の少ない乾燥時期に、小粒種子のススキ、イタドリおよびヨモギの挿木ならびに分根が非常に高い発芽・発根率を示したことは、クズおよびフジの中・大粒種子とともに、今後、これらをのり面保護工に活用を考えていくうえで、期待がもてよう。

2) 生育状況

各区に使用した植生の生育状況を図-2に示す。

イタドリ(1区)は、8月5日に発芽を始めたが、使用植生中最も遅く、また、発芽期間は使用植生中最も長く、8月下旬まで続いた。これは硬実を含むためと、種子が比較的小粒であるため、植溝が深すぎて、地上に出芽する時期にばらつきを生じたためと推察される。8月11日調査では、試験区全面、平均に発芽しており、草丈は1.5cm程度、9月1日調査の草丈は5~30cmであった。生育期間が半減したにもかかわらず、播種当年の成長としては¹⁹⁾、

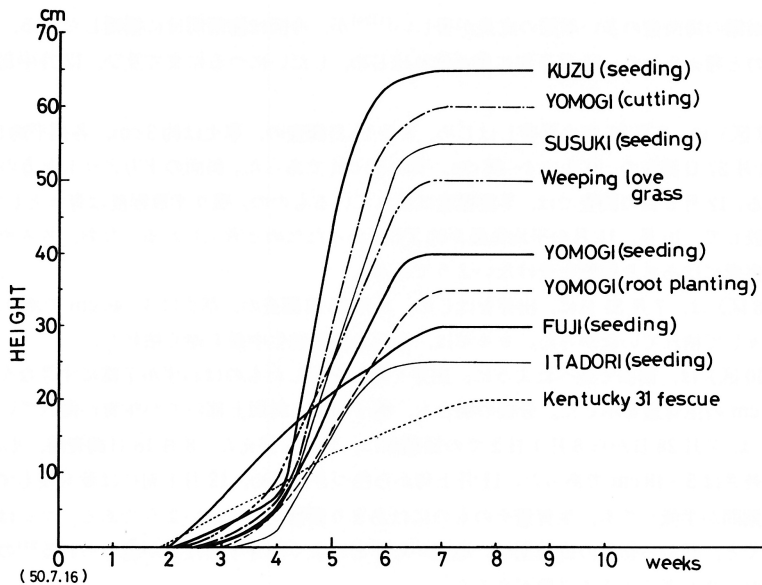


Fig. 2 The growth curve of each grass

まずまずの生育状態だった。葉および茎は11月上旬から枯れはじめ、葉が先に枯れ落ち、12月上旬には、茎も枯れ落ちた。

次の項で述べるようにイタドリは地上部の生育に比べて、地下部の生育がかなり優れていることがうかがえる。やせ地、荒地、煙害地で他の草がほとんど生育できない強酸性の土地でも生育できる¹⁵⁾点を考え併せると、今後、植生のり面保護工の適応品種としてかなり期待がもてよう。

クズ(2区)は、すべて腐敗し、まったく出芽・発根しなかった。

ヨモギ挿木(3区)は、7月31日に節から1個ずつ出芽しはじめた。平均して、1本の挿穂から3~4個の出芽が認められた。一般的には、最初に出芽したものが、その後の生育も順調であった。8月11日調査時、芽は3cm程度伸びており、9月1日調査の草丈は4~84cm、平均60cm程度だった。ヨモギの挿木では、播種に比べて¹⁹⁾、草丈のばらつきが大きいようである。これには挿穂の貯蔵養分量が関係しているものと考えられる。また、挿木では、播種によるよりも、平均草丈が10cm程度高い傾向が認められる。挿木の時期が、今回は夏の日照りのはげしい乾燥する頃だったにもかかわらず、これだけの生育が認められたことは、施工時期の制約が少ないことを示唆し、施工時に手間がかなり省けることと併せて意義が大きい。

ヨモギ播種(4区)は、7月31日から8月7日頃までに発芽を終えた。8月11日調査時、各列平均草丈は、1cm程度であった。9月1日調査の草丈は5~55cmであり、今回も前回⁹⁾と同様、植溝中の種子の位置によって、その発芽および生育に大きな差が認められた。伊藤ら¹⁸⁾は、ヨモギ種子の発芽には、深さ1cm以上が適当であると報告している。今回の植溝は深さ5cmだったため、下層になった種子の発芽生育が劣ったものと考えられる。ヨモギは春先の播種適期よりも、播種が遅れ、その生育時間が短くなると、春先に播種され、生育したもの¹⁹⁾よりも、若干草丈が低いようである。したがって、地下部も同様の生育傾向を示すと思われたが、9月30日の掘り取り調査結果では、ほとんど変らなかった。

クズ(5区)は、今回、7月28日から8月上旬までの比較的短期間に発芽を終えた。この理由としては、まず適切な発芽処理、第2に、発芽するのに十分な地温、第3に、播種直後3日間連続して、正午頃5mm程度の降雨があったことが考えられる。8月11日調査の、つる長は6~10cmであり、8月15日調査の、つる長は26~42cm、平均35cmであった。クズもヨモギ同様、生育期間が短くなるとつるの伸長が鈍るようである。このことは、同じような地質・地形の場所に、前年春先に播種した場合¹¹⁾、つる長が平均150cmであったことからもうなずけよう。

クズは特に、梅雨期の降雨量の多い季節の成長が著しい¹¹⁾²⁰⁾が、今回は梅雨明けに播種したため、その伸長速度が一層遅かったものと考えられる。11月下旬に葉が枯れはじめ、しだいにつるにまで及び、12月中旬には、葉もつるも枯れ落ちた。

ススキ種子(7区)は、7月31日に発芽しはじめ、8月11日調査の、草丈は約3cm、各列平均して250~300本生育していた。8月27日調査の、草丈は4~66cm、平均50cmであった。斜面の下方よりも上方の方が比較的生育がよいようである。12月5日の調査では、半数程度は枯れているものの、残り半数程度は青々としていた。これは、今年が平年と比較して、10月、11月の平均気温が約3℃高かったためと考えられる。なお、ススキは生育期間が半減しても、その生育にはあまり影響を受けないようである。

ヨモギ分根(8区)は、7月31日に、出芽をはじめ、8月25日調査の、草丈は4~46cmであり、12月5日調査時でも、まだ青々として枯れていなかった。ヨモギは、今回も使用植生中最も遅く枯れた。

ススキ分根(10区)は、前項で述べたように、出芽・発根を示したものはわずか7株にすぎなかった。出芽したものは、26~62cmの生育量を示した。分根の場合も、種子同様、斜面上部の方が生育が優れていた。

フジ(11区)は、7月28日から8月1日までの短期間に、発芽を終えた。8月18日調査時、丈は4~21cm、長枝および短枝の長さは5~18cmであった。11月上旬から色づきはじめ、12月上旬には葉も枝もすべて落ちた。フジの場合、生育期間が半減しても、生育量そのものにはあまり影響を受けないようである。フジは初春に地際より幹を切断しておく、春から初夏の成長期に、地際から非常によく萌芽する性質が認められる²¹⁾ので、今後は、この特性を利用した工法を考えてみる必要があろう。

ケンタッキー31フェスク(9区)およびウィーピングラブグラス(12区)は、9月1日調査時、草丈8~45cm、平均25cm、および40~70cm、平均50cmであった。ウィーピングラブグラスは、8月下旬から枯れはじめて、以後枯れたままの状態であった。

3) 根系の発達状況

根系の発達状況を調査するため、昭和50年10月27日に、今後の実験に影響を及ぼさない範囲内で、試験区の一部を掘り取り調査した。その結果を図-3および表-5に示す。

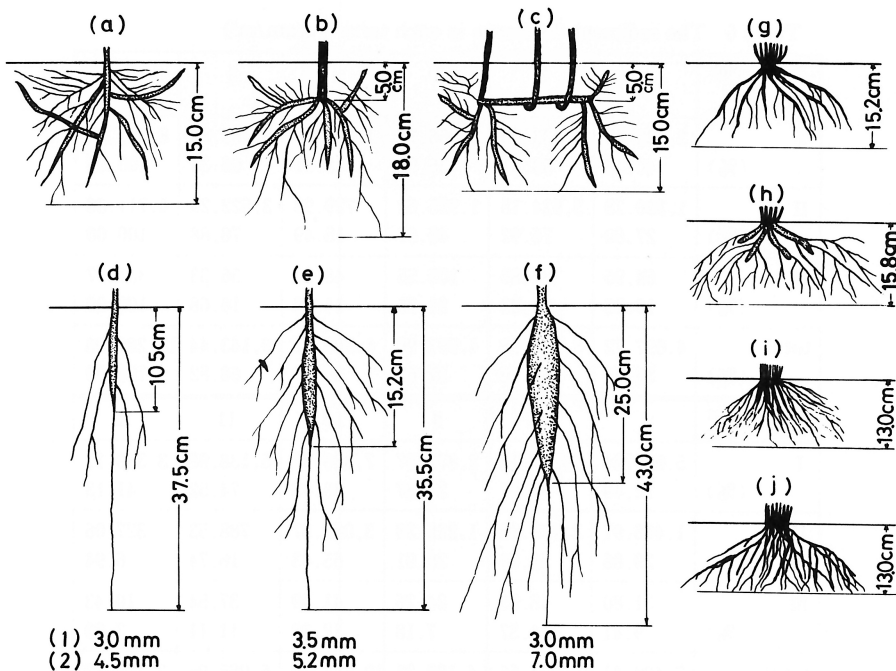
ヨモギは細根が茎を中心として、地表面近くに、網の目のように発達している。クズおよびフジは直根が40cm前後と、かなり地中深くまで伸びており、根の最大径も5~7mmである。しかし、細根の発達はあまり見られない。なお、ともに根粒菌が認められる。イタドリも直根が約40cmと、かなり発達しているが、根の最大径は4.5mmであり、クズおよびフジよりも劣る。ススキは分けつが盛んであったが、根は細根ばかりで、主として側方に発達しており、根長は10~18cm程度だった。外来種のケンタッキー31フェスクおよびウィーピングラブグラスの根系の広がりおよび根の伸長度合は、ススキと大差なかった。

ススキ、ケンタッキー31フェスクおよびウィーピングラブグラスといったイネ科の雑草は、地上部と地下部の生育に目立った差は認められない。直根性のフジ、クズおよびイタドリは、他の種に比べ、地上部とともに、根系部の成長も旺盛で、土中深く浸入することは、根系による杭状の土壤締め固め効果を期待できるとともに、乾燥に対しても、比較的強いことを意味し、同時に翌春からの旺盛な成長も期待できるものであろう。

今後、混播を検討するにあたって、各植生の根系の特性を十分生かした利用方法を採用することが有効である。すなわち、細根性で地表面近くを網状に覆うもの、地表面よりやや深いところ(20~40cm)で、細根性で網状に覆うもの、および直根性で地中深く浸入するものを組み合わせれば、根系による土壤緊ばく効果および杭効果が増大され、大いにり面の崩壊防止に役立つであろう。

〔B〕 流出と植生

使用植生の成長に伴い、土砂流出量は急速に減少し、施工後1年程度を経過し植生が密生すれば、土砂流出はほとんど認められなくなることは、既に明らかである^{3)~5)}。しかし、降雨流出量は植生の成長に伴い、しだいに減少する場合もあるし、逆に使用植生の種類によっては、いったん減少し、再び増加傾向が認められる場合もある^{4)~6)}。そこで、使用植生の生育状況に応じて、第30週までを3期に区分して、土砂流出量、降雨流出量およびその他について、検討を試みた。すなわち、播種、挿木および分根から全体的に生え揃い、旺盛な成長期までを第I期、緩慢な成長期から成長休止期までを第II期および成長休止期で、土壤に凍上作用がみられる時期を第III期とした。



(a) YOMOGI (seeding), (b) YOMOGI (cuttings), (c) YOMOGI (root planting), (d) ITADORI (seeding), (e) KUZU (seeding), (f) FUJI (seeding), (g) SUSUKI (seeding), (h) SUSUKI (root planting), (i) Weeping love grass, (j) Kentucky 31 Fescue

(1): basal diameter

(2): maximum diameter of root

Fig. 3 Growth form of root

Table 5 The observation of the plants dug out

| species | top height (cm) | root length (cm) | basal diameter (mm) | top weight (g) | root weight (g) | max. diameter of root(mm) |
|------------------------|-----------------|------------------|---------------------|----------------|-----------------|---------------------------|
| Itadori | 23.0 | 37.5 | 2 | 2.44(0.61) | 2.55(0.85) | 3 |
| Yomogi | 13.0 | 21.0 | 1 | 1.60(0.32) | 2.25(0.73) | — |
| Kuzu | 45.5 | 35.5 | 3.5 | 2.21(0.44) | 3.82(1.53) | 5.2 |
| Susuki | 39.0 | 18.0 | 2 | 11.25(2.25) | 38.79(12.93) | — |
| Kentucky 31 fescue | 45.0 | 25.0 | — | 61.30(15.32) | 16.05(5.35) | — |
| Fuji | 10.0 | 43.0 | 3 | 0.82(0.41) | 5.78(1.93) | 7 |
| Weeping love grass | 60.0 | 25.0 | — | 27.76(6.94) | 28.63(11.45) | — |
| Yomogi (cuttings) | 31.5 | 25.0 | — | 13.61(4.54) | 7.80(2.54) | — |
| Yomogi (root planting) | 18.0 | 15.0 | 3 | 24.10(4.82) | 24.39(8.13) | — |
| Susuki (root planting) | 53.0 | 17.5 | 3 | 11.10(2.22) | 38.94(12.98) | — |

() air-dried material

1) 土砂流出量

斜面 1 m²当りの期間土砂流出量を表-6 に、分散分析結果を表-7 に示す。

全期間の対照区の土砂流出量は、13.29 kg/m²である。植生工区の土砂流出量は、対照区の 28.0~75.8%、平均で 51.0%である。第 I 期内についてみると、対照区の土砂流出量は 8.24 kg/m²であり、これは全土砂流出量の 62.0%

Table 6 The sediment discharge in each term (gram/m²)

| plot term | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| I | 3,332.49 | 4,433.00 | 2,966.77 | 4,028.88 | 5,464.82 | 8,237.85 |
| (%) | 40.45 | 53.81 | 36.01 | 48.91 | 66.34 | 100.00 |
| II | 1,300.28 | 3,624.18 | 1,925.64 | 729.93 | 3,622.29 | 4,711.36 |
| (%) | 27.60 | 76.92 | 40.87 | 15.49 | 76.88 | 100.00 |
| III | 64.95 | 81.80 | 105.55 | 48.16 | 56.33 | 337.77 |
| (%) | 19.23 | 24.22 | 31.25 | 14.26 | 16.68 | 100.00 |
| total | 4,697.72 | 8,138.98 | 4,997.96 | 4,806.97 | 9,143.44 | 13,286.98 |
| (%) | 35.36 | 61.26 | 37.62 | 36.18 | 68.82 | 100.00 |
| plot term | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| I | 5,969.64 | 7,247.18 | 2,872.57 | 7,326.33 | 6,138.98 | 3,388.11 |
| (%) | 72.49 | 87.97 | 34.87 | 88.93 | 74.52 | 41.13 |
| II | 1,406.97 | 2,778.83 | 1,225.38 | 3,082.67 | 788.53 | 327.06 |
| (%) | 29.86 | 58.98 | 26.01 | 65.43 | 16.74 | 6.94 |
| III | 31.80 | 48.55 | 24.26 | 41.49 | 37.54 | 10.43 |
| (%) | 9.41 | 14.37 | 7.18 | 12.28 | 11.11 | 3.09 |
| total | 7,408.41 | 10,074.56 | 4,122.21 | 10,450.49 | 6,965.05 | 3,725.60 |
| (%) | 55.76 | 75.82 | 31.02 | 78.65 | 52.42 | 28.04 |

Table 7 Analysis of variance of the sediment discharge

| S. V. | S. S. | D. F. | M. S. | F. |
|-------|----------------|-------|---------------|---------|
| plot | 32,950,320.48 | 11 | 2,995,483.68 | 2.45* |
| term | 154,358,632.87 | 2 | 77,179,316.44 | 63.09** |
| error | 26,914,996.47 | 22 | 1,223,408.93 | |
| total | 214,223,949.82 | 35 | | |

にあたる。植生工区の土砂流出量は、対照区の36.0~88.9%である。以下、第II期内では、植生工区の土砂流出量は、対照区の6.9~76.8%および第III期内では、3.1~31.2%である。

次に、各区についてみると、対照区の第I期土砂流出量は前述の通り、8.24 kg/m²で、この期間内の土砂流出量としては、昭和42年

の実験開始以来最大であった。いままでの最大は1年間でも3.5 kg/m²であるから、著しく多い。そこで、降雨因子をもとにその原因を考えてみた。この期間内の降雨量は462.5 mmであり、過去の同期間の降雨量と大差ない。しかし、その内容を見ると、この期間内の8週における10分間最大降雨量5.0 mm以上の週が5週もあり（最高は6.5 mmで2回）、平均でも4.3 mmという非常に強い降雨であった。ちなみに、過去3年間の平均10分間最大降雨量は、47年2.7 mm、48年2.8 mmおよび49年3.1 mmである。10分間最大降雨量の多い週に、土砂流出量が多いことは既に前報^{2)~4)}にも明らかであり、小沢²²⁾も、裸地状態において、10分間雨量が2 mmに達すると流亡が起りはじめ、4 mmでは確実に流亡し、さらに強度が大になると流亡量は指数関数的に増加すると述べている。以上の点からみて、今回、土砂流出量が非常に多かった原因が降雨因子にあることは間違いないであろう。第II期になると、対照区の土砂流出量は第I期よりも4週長くなったにもかかわらず、4.7 kg/m²であり、第I期の57.3%と、約半分に低下した。この期間内10分間最大降雨量の平均は1.7 mmでかなり小さい。第III期に入ると、対照区の土砂流出量は0.3 kg/m²であり、土壌に凍上作用がみられる時期としては、前回までの実験結果と大差ない。

次に、植生工区を見ると、第I期内で最大流出量を示したのは、10区（ススキ分根）であるが、この区は発根率が低く、1 m²当りの分根数も少ないので、当然の結果といえよう。この期間内では3区（ヨモギ挿木）が2.9 kg/m²で、最も土砂流出抑制効果が優れている。以下、9区、1区、12区、4区、2区、5区、7区、11区、8区および10区の

順である。ヨモギ挿木区が優れている理由としては、発根が早く、しかもヨモギ特有の性質で、根が地表面近くに網の目のように発達するためではないかと考えられる。ヨモギ種子区(4区)が、発芽して生育が活発になるにしたがい、土砂流出抑制効果が高くなり、特に、第II期内では12区について2番目の抑制効果を示したことから、このことが理解できよう。この第I期内土砂流出量は、1区、3区、9区および12区が1%レベルで、2区および4区が5%レベルで、5区が10%レベルで、それぞれ対照区の土砂流出量に対して有意差を示した。

第II期内になると、各植生工区ともに、土砂流出量は半減した。第I期に比べて、著しく減少したのは12区であり、第I期内土砂流出量の9.6%、ついで11区の12.8%、4区の18.1%の順である。

第III期内になると、植生工区に凍上防止効果がかなり表れはじめ、土砂流出量は対照区の3.1%ないし31.2%である。

全期間についてみると、対照区と植生工区との間に、10%~1%レベルの有意差が認められた。

以上、数値だけを簡単に比較すれば、全体的に9区(ケンタッキー31フェスク)および12区(ウィーピングラブグラス)の外来種の土砂流出抑制効果が、わずかに優れているように思える。これは、本試験条件が、1m²当りの成立期待本数を外来種の10,000本に対して、在来種は播種区で100~5,000本、挿木区で14.3および6.5本、ならびに分根区で0.7本と極端に少なかったためであって、成立密度が同等か、近似する状態では逆に、在来植生区の土砂流出抑制効果が、優れた値を示すであろうことが予測できる。ちなみに、ヨモギ種子区は、5,000本の成立期待本数に対して、実際の成立本数は外来種の16.7%~17.7%にとどまった。しかし、土砂流出量は全期間を通じて、対照区の36.1%である。これに対し、成立本数の多い外来のケンタッキー31フェスク区およびウィーピングラブグラス区が対照区の31.0%~28.0%であったことから、供試在来種が外来種に匹敵するか勝るであろうことをうかがうことができよう。

2) 土砂流出量と降雨因子

植生工区の土砂流出量と降雨諸因子との間に、一定の関係を認めることはできなかった。そこで、対照区の土砂流出量と降雨諸因子との関係について検討を行った。結果を表-8に示す。土砂流出量の多い時期、降雨因子との間に、前回よりも高い相関関係を示したことは興味深い。また、従来同様、土砂流出量に対し、降雨量よりは降雨強度が、降雨強度よりは降雨加速指数が、より高い照応を示している。

Table 8 The relation between the sediment discharge and the rainfall factor

| | correlation coefficient | the 1st term | the 2nd term | the 3rd term | total |
|---------------------------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|-------|
| rainfall depth | 0.8220** | 0.5137 | 0.6152 | 0.5956** | |
| intensity of rainfall | 0.8435** | 0.4114 | 0.4233 | 0.7532** | |
| accelerated precipitation index | 0.8419** | 0.7107 | 0.5686 | 0.8324** | |

** significance at the 1% level

3) 降雨流出高

試験区に降った全降雨量のうち、のり面を流下し受箱に入った雨量を測定し、水平面に対する水位で示し、のり面流下雨量(流出高)とし、全降雨量に対するのり面流下雨量の百分率を流下率とした。期間別流出高および流下率を表-9に、分散分析結果を表-10に示す。

流出高は第I期内、6区の対照区が39.2mmで最大であり、8区(ヨモギ分根)が16.2mmで最小である。対照区の流出高に対し、2区以外のすべての植生工区が、10~1%レベルで有意差を示した。なお、在来植生工区(2区以外)と外来植生工区との間には、差は認められなかった。

第II期では、3区および4区(ヨモギ挿木、分根)の流出高が著しく少ない。この理由として、ヨモギの葉による降雨シャ断効果が考えられる。一般に、植生が生育してくると、かなりの流下抑制効果が認められることは明らかであるが³⁾⁻⁵⁾、草丈が比較的斉一で上下で互に重なり合うように生え揃っている場合、流出高が大きくなる傾向が認められる。特に、外来種のウィーピングラブグラスはこの傾向が著しいことを著者らは確認³⁾⁻⁵⁾している。また、ケ

Table 9 The run-off depth in each term (mm)

| term \ plot | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| I | 20.31 | 32.16 | 26.10 | 21.02 | 16.71 | 39.32 | 26.72 | 16.18 | 23.24 | 24.15 | 17.95 | 24.85 |
| (%) | 4.39 | 6.95 | 5.64 | 4.54 | 3.61 | 8.50 | 5.78 | 3.50 | 5.02 | 5.22 | 3.88 | 5.37 |
| II | 22.54 | 33.18 | 10.22 | 10.13 | 18.57 | 32.59 | 25.60 | 18.60 | 20.20 | 32.17 | 24.74 | 22.06 |
| (%) | 4.83 | 7.11 | 2.19 | 2.17 | 3.98 | 6.98 | 5.49 | 3.99 | 4.33 | 6.89 | 5.30 | 4.73 |
| III | 1.83 | 2.15 | 1.74 | 1.34 | 2.23 | 3.48 | 1.89 | 2.17 | 1.18 | 2.17 | 1.20 | 0.72 |
| (%) | 1.89 | 2.22 | 1.79 | 1.38 | 2.30 | 3.59 | 1.95 | 2.24 | 1.22 | 2.24 | 1.24 | 0.74 |
| total | 44.68 | 67.49 | 38.06 | 32.49 | 37.51 | 75.39 | 54.21 | 36.95 | 44.62 | 58.49 | 43.89 | 47.63 |
| (%) | 4.35 | 6.58 | 3.71 | 3.17 | 3.66 | 7.35 | 5.29 | 3.60 | 4.35 | 5.70 | 4.28 | 4.64 |

(%) (run-off depth/rainfall depth) × 100

Table 10 Analysis of variance of the run-off depth

| S. V. | S. S. | D. F. | M. S. | F. |
|-------|------------|-------|------------|---------|
| plot | 629.0732 | 11 | 57.1885 | 2.38* |
| term | 3,698.9198 | 2 | 1,849.4599 | 77.04** |
| error | 528.1459 | 22 | 24.0068 | |
| total | 4,856.1425 | 35 | | |

ンタッキー31 フェスクの場合、降雨量の約20%は地被内流出をするという報告²³⁾もある。ヨモギの場合、草丈は不斉一であり、しかも葉の数が多いのであるが、本例ではまだ上下の列での接触が少ないため、降雨の保持貯留および土壌面への到達を容易にして、流下を抑制する結果になったと考えられる。ヨモギも密生し、列間もおおうようになると地被内流下が生ずるであろう。今回は、成立本数がヨモギに比べて少なかったが、クズの場合も同様のことが言える。

クズはこの第II期內、ヨモギ（播種、挿木および分根）につぐ、流下抑制効果を示した。クズは葉の表面積が広いうえ、つる性であるため、広範囲にわたり、降雨の保持貯留効果をあらわし、流出抑制効果が高いのではないかと考えられる。この期間内、第I期同様、2区以外のすべての植生工区が、10~1%レベルで対照区の流出高に対して有意差を示した。また、3区および4区が、外来植生工区の9区および12区に対して、10%レベルで有意差を示した。在来植生工区間では、3区および4区が、1区、2区、7区、10区に対して、10~1%レベルで有意差を示した。ヨモギ以外では、在来植生工区と外来植生工区との間に、差は認められなかった。

第III期に入ると降雨が少なくなり、土壌水の凍結期にも入り、対照区も含めて、すべての区の流出高が減少した。

全期間を通じて、最小の流出高を示したのは4区、最大を示したのは6区の対照区であり、3区、4区および8区が1%レベルで、1区、5区、11区および12区が5%レベルで、7区が10%レベルで、それぞれ対照区の流出高に対して有意差を示した。植生工区間では、4区が2区、7区および10区に対して、10~5%レベルで有意差を示した。その他、在来植生工区間および在来植生工区と外来植生工区間に、差は認められなかった。

流出率は全期間で、4区、8区、5区、3区、11区、1区、9区、12区、7区、10区、2区および6区の順に大きい。相対的に、外来植生工区よりは在来植生工区の方に、降雨流下抑制効果は優れた例が多かった。

4) 植生の生育量（草丈）と降雨流出高

使用植生の発芽・発根してから旺盛な成長期（第I期）までの生育量（草丈）と、その間の降雨流出高との相関関係を表-11に示す。

全体的に相関関係は高いとはいえない。わずかに9区、11区および12区で有意の相関が得られたにすぎなかった。

今回は、適期をすぎた7月中旬に播種、挿木および分根を行ったので、この程度の相関しか得られないのか、あるいは春先の適期に施工した場合でも、相関が明らかでないのか、植生の生育量と降雨流出高との間に、一定の相関の有無を論ずることは、現段階では資料不足のためできない。

5) 降雨流出高と土砂流出量

各区の降雨流出高と土砂流出量との相関関係を表-11に示す。

Table 11 The correlation coefficient between the run-off depth and other factor

| other factor \ plot | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| height growth of grass | 0.7149 | — | 0.6799 | 0.5810 | 0.6968 | — |
| sediment discharge | 0.6937** | 0.8062** | 0.6872** | 0.8828** | 0.8054** | 0.7880** |
| rainfall factor | | | | | | |
| rainfall depth | 0.9080** | 0.7743** | 0.7588** | 0.7446** | 0.5567** | 0.8416** |
| intensity of rainfall | 0.9284** | 0.7613** | 0.8275** | 0.8737** | 0.7713** | 0.7372** |
| accelerated precipitation index | 0.7417** | 0.8172** | 0.9283** | 0.9403** | 0.8368** | 0.7923** |
| other factor \ plot | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| height growth of grass | 0.6340 | 0.6051 | 0.7732* | 0.5421 | 0.7209* | 0.8327** |
| sediment discharge | 0.8588** | 0.7212** | 0.7102** | 0.7668** | 0.7469** | 0.7832** |
| rainfall factor | | | | | | |
| rainfall depth | 0.7414** | 0.8404** | 0.6104** | 0.6996** | 0.6739** | 0.6591** |
| intensity of rainfall | 0.8549** | 0.9046** | 0.6952** | 0.9627** | 0.6622** | 0.7501** |
| accelerated precipitation index | 0.8795** | 0.9163** | 0.9002** | 0.8409** | 0.8058** | 0.8859** |

** significance at the 1% level, * significance at the 10% level

対照区の降雨流出高と土砂流出量との間にだけでなく、植生工区でも高い相関が認められ、しかも、1%の危険率で有意である。植生工区で、植生が密生してくると、降雨に伴う土砂流出は、ほとんどなくなる⁶⁾のであるが、植生が全面をおおうに至らず、かなりの土砂流出が認められる段階においては、やはり、対照区同様、降雨量の増加に対応して、土砂も流出していることを示している。

現在までのところ、土砂流出量に対し、降雨流出高は降雨諸因子とともに、密接な関係があると言えよう。

6) 降雨流出高と降雨因子

降雨流出高と降雨諸因子との関係を表-11に示す。

植生工区を含むすべての試験区で、降雨諸因子と降雨流出高との間に、かなり高い相関関係が認められる。対照区やそれに近い試験区(1区, 2区および8区)で、高い相関関係が認められることは、予測した通りである。ここでも、土砂流出量と降雨因子の関係同様、降雨量よりは降雨強度が、降雨強度よりは降雨加速指数が、降雨流出高と、より高い照応を示している。

VI おわりに

林道切り取りのり面での、日本産雑草類の播種、挿木および分根における生育状況、およびそれらが土砂流出量ならびに降雨流出量等に及ぼす影響を調査した。その結果、日本産雑草類は、初期成長、土地に対する要求度、地上部および地下部の生育状況、土砂流出抑制効果および降雨流出抑制効果から判断して、二三の外国産牧草類に匹敵してのり面保護工に利用できることがわかった。

今後は、各雑草の適正な成立密度や、のり面の早急な緑化効果という立場から増殖方法の問題および混播の条件等についても、各植生の特性を明確にすることにより、論及していくとともに、各雑草ののり面での雨水収支に及ぼす役割についても検討していきたい。

VII 引用文献

- 1) 伏見知道・渡部桂・江崎次夫・米野々演習林林道のり面の保護工(II), 愛媛大演報 8: 57~65, 1971
- 2) 伏見知道・渡部桂・江崎次夫: 同上(III), 同上 10: 61~70, 1973

- 3) 伏見知道・渡部桂・江崎次夫：同上（Ⅳ），同上 11：43～50，1974
- 4) 伏見知道・渡部桂・江崎次夫：同上（Ⅴ），同上 11：51～60，1974
- 5) 伏見知道・渡部桂・江崎次夫：同上（Ⅵ），同上 12：149～154，1975
- 6) 伏見知道・渡部桂・江崎次夫：在来植生による林道切り取りのり面の保護工，86 回日林講：465～466，1975
- 7) 大木正夫：治山復旧あと地の植生遷移について。日林中部支講 23：1～7，1974
- 8) 恵花安雄：植生のり面防護工，30 pp，山海堂，東京，1964
- 9) 新田伸三・小橋澄治：土木工事のり面保護工，108 pp，150 pp，鹿島出版会，東京，1968
- 10) 太田重良・堀江保夫：環境保全と緑化工技術，247 pp，創文，東京，1975
- 11) 江崎次夫・伏見知道・中島武：日本産雑草類のり面保護工に対する利用方法に関する研究（Ⅰ），愛媛大演報 11：61～68，1974
- 12) 江崎次夫：未発表資料
- 13) 牧野富太郎：牧野新日本植物図鑑，124 pp，653 pp，750 pp，北隆館，東京，1969
- 14) 笠原安夫：日本雑草図説，11 pp，229 pp，331 pp，451 pp，養賢堂，東京，1975
- 15) 倉田益二郎：緑化工概論，268 pp，273 pp，283 pp，養賢堂，東京，1959
- 16) 森下義郎：さし木の腐敗とその防止および回避。林試報 165：230～233，1964
- 17) 江崎次夫：未発表資料
- 18) 伊藤健次・井之上準・井手欽也：ヨモギの生理生態およびその防除法に関する研究。雑草研究 5：85～90，1966
- 19)，20)，21) 江崎次夫：未発表資料
- 22) 大後美保編：農林防災，189 pp，共立出版，東京，1967
- 23) 小橋澄治・坂崎和夫：表層崩壊の実験（Ⅴ）。新砂防 91：20～23，1974

1976年8月30日 受理