

ヘアリーベッチを用いた四国地域の耕地雑草制御

誌名	四國農業試験場報告 = Bulletin of the Shikoku Agricultural Experiment Station
ISSN	00373702
著者名	花野,義雄 藤井,義晴 佐藤,健次 遅澤,省子 藤原,伸介
発行元	農林省四國農業試験場
巻/号	62号
掲載ページ	p. 45-70
発行年月	1998年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



ヘアリーベッチを用いた四国地域の耕地雑草制御* —1993年～1997年場内試験並びに現地圃場調査からの考察—

花野義雄・藤井義晴**・佐藤健次***・遅澤省子・藤原伸介

目 次

I 緒言	45	IV 総合考察	62
II 試験方法	46	1 ベッチの一般的性状	62
1 場内における栽培試験	46	2 遊休農地・耕作放棄地の雑草管理	63
2 現地における栽培試験	47	3 バイオマス	63
III 結果及び考察	47	4 他作物との混播効果	63
1 場内における栽培試験	47	5 緑肥効果	63
1) 畑地の雑草管理	47	6 家畜飼料としての利用	64
2) 傾斜地の雑草管理	52	7 アレロパシーと抑草作用	64
3) 休耕田・耕作放棄田の雑草管理	54	8 果樹園の下草としての利用	65
2 現地における栽培試験	56	9 ベッチと病虫害	65
1) 果樹園	56	V 摘 要	66
2) 牧草地跡	60	謝辞, 引用文献, Summary	67
3) 休耕田・耕作放棄田	61		

I 緒 言

雑草の管理は、農業生産性の安定を図る上で不可欠であるばかりでなく、近年では環境衛生あるいは農山村の景観保全や環境緑化によるアメニティー確保の観点からも重要な問題となっている。除草剤の急速な普及によって、農家はこれまでの過酷な除草作業から解放されることとなったが、一方で農薬の過度な散布による農業従事者の衛生管理・健康上の問題や周辺環境への汚染が社会問題として大きく取り上げられるようになった。

四国地域は、総耕地面積の半分以上が5度以上の傾斜地に分布しており、農業を営む上で極めて不利な立地条件といえる15度以上の急傾斜かつ複雑な皺状の地形においても、棚田や果樹園を中心とした農業がこれまで営々と展開されてきた¹⁾。しかし、当地域では、他の中山間地域と同様あるいはそれ以上に過疎化が進行しており、地形が狭小複雑で機械が入りにくく、農地が分散してい

ること、急傾斜面に立地するため耕地に対する法面面積の割合が大きいこと等から、除草作業には多大の労力と経費を要し、農業従事者の高齢化や基盤整備事業の遅れとも相まって、耕作放棄地の増大が深刻の一途をたどっている。急傾斜面での除草剤散布は作業効率も悪く、高齢化、女性化している農家にとって決して楽な作業ではない。また、地表を覆う植物を枯死させ、耕地の裸地化をもたらす除草剤の反復使用は、湿潤と乾燥の繰り返しによって土壌浸食の危険性が高い四国の傾斜畑地や果樹園、畦畔や法面の崩壊の恐れのある棚田地帯では、他地域以上の注意が必要となる。このように、経済性や安全性、作業効率性のみならず、環境保全、国土保全的な観点からも、低コストで安全、省力的な雑草管理対策が現在強く求められている。

被覆植物(カバークロープ)あるいは他感(アレロパシー)植物を用いた耕地雑草の生物的防除は、これまでの化学的防除法や機械的防除、光や熱の利用による物理的防除法と異なり、植物自身が本来備えている諸機能

平成9年8月8日受付

* 本報告の一部は平成6年度～9年度の日本雑草学会並びに日本土壤肥料学会等において発表した。なお、本研究は農林水産省のプロジェクト研究「生態秩序」の一部として行われた(BCP-97-I-A-8)。

** 現農業環境技術研究所

*** 現国際農林水産業研究センター

(光や水や養分に対する競合力やアレロパシー作用)を利用して雑草を制圧する, 省力的で安全性の高い優れた雑草防除法と考えられる⁷⁾. 藤井らは, 雑草制圧力の強い他感植物を検索する手法として, 検定にレタス幼植物を用いるプラントボックス法やサンドイッチ法を考案し, 様々な植物についてスクリーニングを行った結果, 寒天上でレタス生育阻害効果の高い植物の中で, 種子入手の容易さから, ヘアリーベッチ (*Vicia villosa* ROTH.) を実用性の高い植物の一つとして挙げた¹¹⁾. ヘアリーベッチ (以下ベッチと略す) はカラスノエンドウ (*V. sativa* L.) やスズメノエンドウ (*V. hirsuta* L.) と同属のツル性マメ科植物で, 窒素固定能力があり, 被覆性に優れ, 耐寒性や様々な土壌への適応性など環境順化能力も高いことから, 米国では, 草地や畑において, 牧草用, 干し草用, サイロ用あるいは緑肥用として広く栽培されてきた⁵⁾. 実際, バージニア州では, 冬作にベッチとライ麦 (*Secale cereale* L.) の混作を行い, 除草剤を使わず, それらを刈り取った残渣で雑草の発生を抑えながら, 夏作のトウモロコシ (*Zea mays* L.) を不耕起栽培する, 環境保全的, 省力農法が実践されているという²⁴⁾. また, ベッチは日陰でも生育が旺盛となる性質を有することから²⁾, 欧米ではブドウ園やクルミ園等, 樹園地の下草として草生栽培に積極的に利用されている. 一方, 日本でも, ベッチ類は除草剤や化学肥料が広く普及する以前に栽培された実績を持っている. 当四国農業試験場においても, 西村等によって, コモンベッチ (オオカラスノエンドウ; *V. sativa* L.) とカラスムギ (*Avena fatua* L.) の混播効果やレンゲ (*Astragalus sinicus* L.) との比較試験が既に50年近くも前に行われており, その研究成果は, 昭和28年発行の四国農業試験場報告第1巻第1号に掲載されている^{24), 25)}. また, 香川県善通寺市の果樹園では, 昔ベッチが草生被覆植物として導入された形跡があり, 樹園外に広がっている所もある. しかし, 現在では安価な肥料が市場に出回り, 除草剤が普及しているため, 岐阜県でカキ園の草生栽培として用いられている以外, 一般農耕地でのベッチの栽培例はきわめて少ない.

本試験は, ベッチが安全で省力的な生物資材として, 四国地域の遊休農地や休耕田, 耕作放棄地等の雑草管理あるいは果樹園の草生栽培用下草に利用可能かどうかを探るために行ったものであり, 本論文は1993年から1997年の5年間に渡って実施された場内試験, 並びに現場に普及, 実用化するに当たっての問題点を摘出するために, 現地で実施された試験の調査結果を, 協力農家の意見や

指摘を含めてまとめたものである.

II 試験方法

1 場内における栽培試験

1) 試験圃場

四国農試仙遊地区の畑圃場 (3圃場, 各10a), 水田跡圃場 (2圃場, 各10a), 水位調節圃場 (2.5×2.5m, 5区, 2反復), 大麻山地区の傾斜圃場 (傾斜角約10度, 8a) および鶴ヶ峰地区の畑圃場 (10a) 並びに水田跡地圃場 (8a) を用いた.

2) ベッチの播種

ベッチの標準播種量は4~5kg/10aで, 通常の試験では10月~11月に播種し, 翌年の5月~6月に収穫した. 播種前の除草の有無, 播種前後の耕耘については各図や表中に示したが, 場内試験の多くでは, 播種前に除草を含めた耕耘を実施し, 播種後には軽くロータリーをかけた覆土した.

3) ベッチ収量および雑草植生調査

雑草量およびベッチの収量調査は50×50cm, あるいは100×100cmのコドラートを用いて行った. 植物体は鎌で地際から刈り取った後, 70度で熱風乾燥して乾物重を測定した. 試験によっては, 刈り取った雑草を種分けし同定後乾燥秤量した. 1処理区からは3地点を選んで測定を行い, 平均値±SDを算出した.

4) 調査項目

場内の畑圃場では, ベッチ栽培圃場における1年間の植生変化, 同一圃場におけるベッチの連作試験, ベッチの播種時期と雑草抑制効果, 抑草効果に及ぼす前作物の影響, マメ科牧草, イネ科牧草との雑草抑制効果の比較, 穀類との混播効果等を調査した. 水田圃場では, 水田跡地におけるベッチの生育と雑草抑制, 休耕前の水稲栽培法が雑草量およびベッチその他緑肥の生育に及ぼす影響, 復田後の水稲収量に及ぼすベッチすき込みの影響等についての調査を実施した.

5) アレロパシー活性の測定

冬季の場内圃場から採集したホトケノザ (*Lamium amplexicaule* L.) とベッチを用いて, プラントボックス法¹¹⁾によるアレロパシー活性の比較を行った. 圃場から採集した植物体は, 根を十分に水洗いした後, 各々の根量が大体等しくなるように寒天を含む容器中に移植した. 検定用のレタス (*Lactuca serriola* L.) の種子 (品種; グレートレークス366号) を寒天上で発芽させ1週

間後に幼根および地上部の伸長率を測定した。

6) 傾斜圃場栽培ベッチが斜面下部の雑草植生に及ぼす影響

傾斜地においては、植物根からの分泌成分の多くは土壤中に浸透した雨水に溶けこみ、斜面の下方方向に移動していく。ベッチ根から分泌されるアレロパシー成分が水に溶けやすく、土壌粒子に比較的吸着されにくい性質を有するものであれば、ベッチを栽植した斜面下の圃場では植生に影響が現れると考えられる。そこで、傾斜10度の同一圃場内に、斜面上方にベッチを栽植した区と栽植しない区を設け、春から初夏にかけての雑草植生について調査を行った。なお、ベッチ栽植区および雑草放任区は各々1 aで、ベッチの播種は1996年10月30日に行った。

2 現地における栽培試験

1) 現地圃場

以下に示す現地圃場を用いてベッチの栽培試験を実施した。

- ①カキ園(50a)：香川県香南町大字岡1459-2
- ②ナシ園(80a)：香川県三豊郡豊浜町和田甲767-1
- ③ミカン園1(12a)：高知県高知市朝倉北条山丁271
- ④ミカン園2(5~7ha)：愛媛県越智郡大西町宮脇甲177
- ⑤ユズ園(5a)：高知県香美郡物部村頓定271
- ⑥牧草地跡(6a)：香川県仲多度郡仲南町新目
- ⑦水田跡地A(8a)：香川県仲多度郡満濃町炭所西589
- ⑧水田跡地B(10a)：香川県丸亀市飯野町西分
- ⑨水田跡地C(9a)：香川県善通寺市生野町403

2) ベッチの播種

基本的には1の2)に準じて行ったが、現地試験では農地の立地条件や農作業に従事可能な家族構成等の違いから、試験前の雑草の管理状態は場所によって様々で、またベッチの播種量や播種方法も若干異なっている。そこで、各々の事項について重要と思われる場合には、本文中あるいは表の注釈に示した。

3) 調査項目

雑草、ベッチの刈り取りは場内試験における場合と同様、50×50cm、あるいは100×100cmのコドラートを用いて行った。現地では、雑草やベッチの生育調査の他、ベッチ栽培に対する意見や今後の改良点、要望事項等、農家への聞き取り調査も行った。刈り取った雑草やベッチについては種分けして携帯秤で生重量を測定した後、紙袋に入れて持ち帰り、70度の熱風乾燥機に入れて乾燥後重量を測定した。

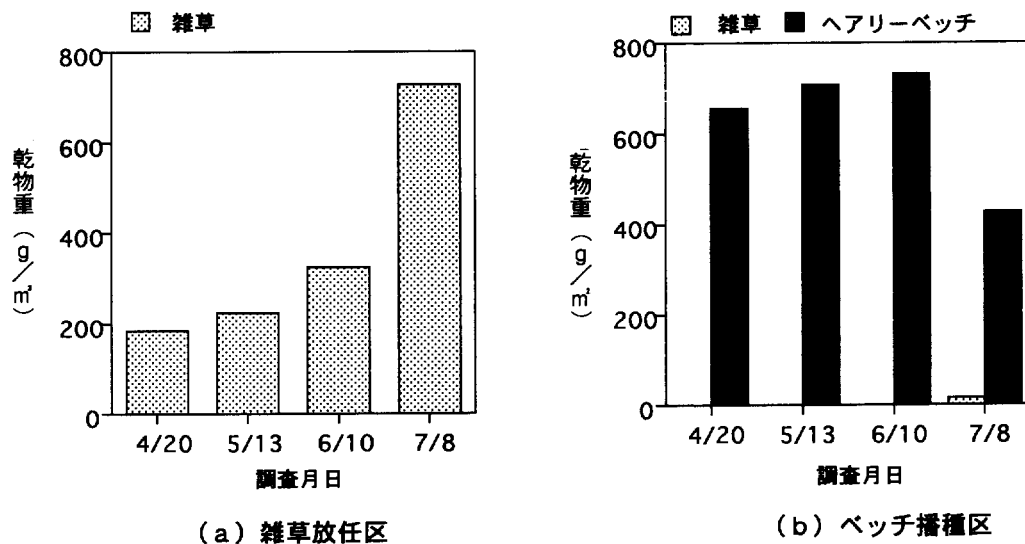
III 結果および考察

1 場内における栽培試験

1) 畑地の雑草管理

(1) 春、夏雑草量の変化と秋播きベッチの雑草抑制効果

4~7月にかけての同一圃場における雑草量の変化を第1図(a)に示す。一般に梅雨期に入ってから雑草量は急激に増加するが、第1図(b)に示すように、秋播きのベッチはこれら春から初夏にかけての雑草の抑制に極めて効果的であることがわかった。6月後半から7月にかけてベッチの地上部が枯れ始めてもしばらくは雑草



第1図 4月～7月にかけての雑草量の変化と秋播きベッチの抑草効果

が目立たないが、梅雨明け頃から次第にベッチ密度の低い部分や周辺部から雑草が次々に現れた。

(2) ベッチ栽培圃場の1年間の植生変化

ベッチ播種圃場の一年の植生変化を写真1～11に示した。これらは四国農試内の畑圃場にベッチ種子を1995年10月12日に散播(4 kg/10a; 播種後浅く耕耘し覆土)した後の様子を1カ月毎に追ったものである。

ベッチ播種後の3～4カ月は、むしろイネ科雑草やホトケノザ、ナズナ (*Capsella bursa-pastoris* MEDIK.) 等の春雑草が優占種となり(写真1～3)、特に2月～3月始めにかけてのホトケノザのピンク色の花は美しく、景観的にも悪くはなかった(写真3)。ホトケノザが枯れる3月中旬頃からベッチの生育が旺盛となり、ほぼ完全に他の雑草を制圧する(写真4, 5)。5～6月にかけてベッチの赤紫色の花が出現する頃には、ミツバチやテントウムシが集まり出し(写真7)、6月下旬になるとベッチは急速に枯れ始める(写真8)。ベッチが雑草を完全に制圧するのは7月中旬頃までで、梅雨明け後徐々に

ベッチの枯れ跡から生え出した夏雑草(写真9)によって8月以降は完全に覆われてしまった(写真10, 11)。ベッチの播種時期やその年の気象条件によって、雑草の遷移やベッチの開花時期に若干のずれはあったものの、植生変化の様相は年度によらず基本的には同じであった。



写真1 ヘアリーベッチ栽培圃場の1年間の植生変化。11月13日：播種後1カ月。ベッチやホトケノザが出芽している。



写真2 同12月11日：ホトケノザがベッチよりも優位に立つ。ホトケノザ以外にもイネ科雑草やナズナが混じっている。



写真3 翌年2月8日：播種後4カ月。ホトケノザが開花。一面がピンク色になる。



写真4 3月23日：手前は雑草放任区。ホトケノザが部分的に枯れ始め、ナズナの白い花が目立つ。向こう側のベッチ播種区ではホトケノザやナズナがベッチに被覆されている。



写真5 4月17日：ベッチの成長が著しく草丈は最高となる。周辺部のイネ科雑草以外は雑草が見られない。



写真6 5月16日：周辺部からベッチの開花が始まる。雑草は完全に制圧されている。



写真7 5月31日：ベッチの花。密を求めて蜂が集まる。



写真8 6月22日：ベッチは一斉に枯れて地表面を覆う。



写真9 7月8日：梅雨明け頃から徐々に夏雑草が増え始める。



写真10 8月29日：圃場はメヒシバやホナガイヌビユを主とする夏雑草に完全に覆われる。

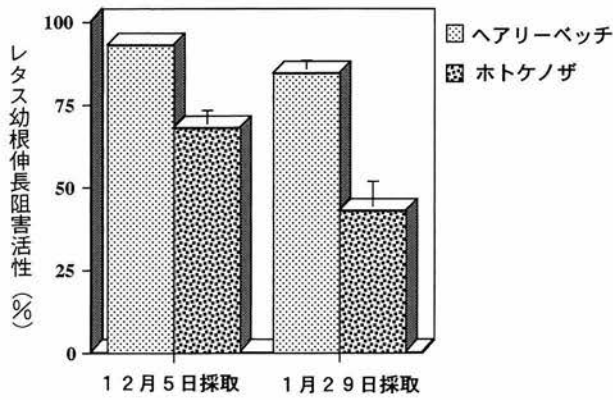


写真11 9月24日：秋雑草も混じり雑草の種類が豊富になる。

当圃場における主要な夏雑草は、【イネ科】メヒシバ (*Digitaria adscendens* HENR.), オヒシバ (*Eleusina indica* GAERTN.), エノコログサ (*Setaria viridis* P. BEAUV.), カゼクサ (*Eragrostis ferruginea* P. BEAUV.), ヒメタイヌビエ (*Echinochloa crus-galli* P. BEAUV.), 【カヤツリグサ科】カヤツリグサ (*Cyperus microiria* STEUD.), 【キク科】タカサブロウ (*Eclipta prostrata* L.), センダングサ (*Bidens biterunata* MERR. et

SHERFF), 【トウダイグサ科】コニシキソウ (*Euphorbia supina* RAFIN.), 【ヒユ科】ホナガイヌビユ (*Amaranthus viridis* L.) であった。

レタスを検定植物とするプラントボックス法を用いてホトケノザの根分泌物アレロパシー活性(他感作用の強さ)をベッチと比較したところ、12月に採取したものではベッチの阻害活性(レタス幼根に対する生長阻害の割合) $92.7 \pm 1.3\%$ に対し、ホトケノザは $67.7 \pm 5.6\%$, 1



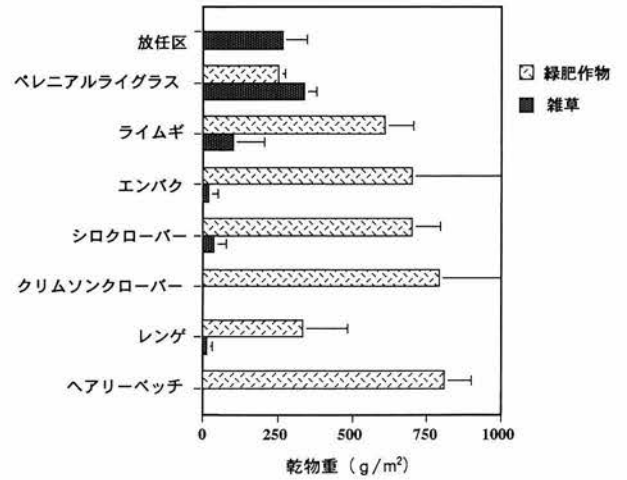
第2図 ヘアリーベッチとホトケノザのアレロパシー活性の比較

畑圃場より各植物を採取。レタスを被検植物としたプラントボックス法を用い、根分泌物によるアレロパシー活性を測定。値は3連の試験結果の平均値±SD.

月に採取したものではベッチの84.4±3.9%に対し、ホトケノザが42.8±8.9%とホトケノザの活性がかなり低いことが分かった(第2図)。この事実は、植生の遷移にはアレロパシー以外の要因も大きく絡んでいることを示しており、アレロパシー活性がベッチよりも低いにも関わらず12~3月にかけてホトケノザがベッチより圧倒的に優位となるのは、それら二种植物間の出芽速度の違いや冬季における成長速度、生育適温の違い、それに伴う栄養生長・生殖成長期間の差もたらすものと考えられる。

(3) 他の秋播き緑肥との比較

第3図はベッチと他の秋まき緑肥作物(いずれも10月に播種)の翌春5月における生育量と雑草抑制効果を比較したものである。ベッチの乾物生産量はライムギ



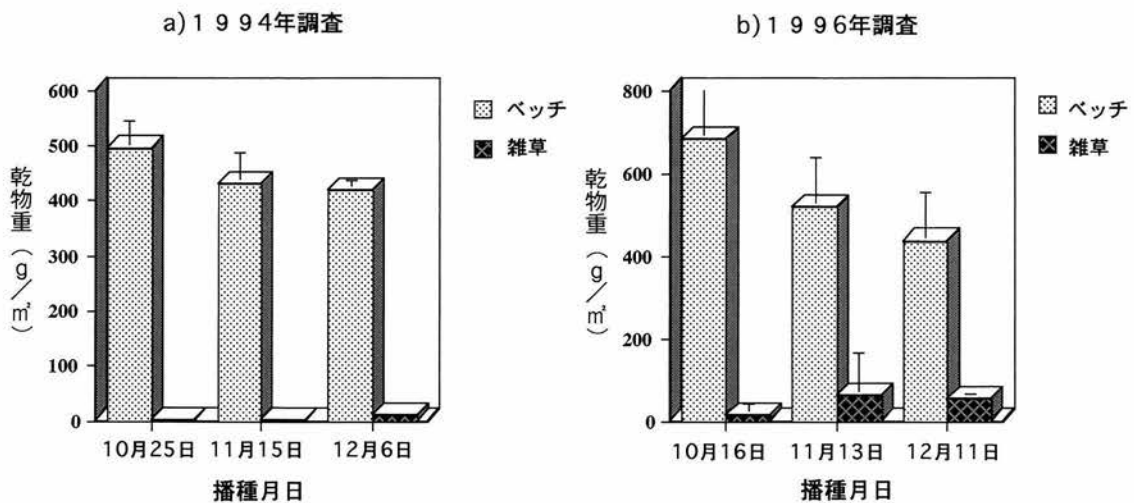
第3図 秋播き緑肥作物の5月における乾物収量と雑草抑制効果

値は3地点の平均値±SD(以下の圃場試験も同様)。

(*Secale cereale* L.), エンバク(*Avena sativa* L.)等のイネ科やシロクロローバー(*Trifolium repens* L.), クリムソンクローバー(*T. incarnatum* L.)等のマメ科緑肥と同等或いはそれ以上で、雑草抑止力にも優れていた。寒地型牧草のペレニアルライグラス(*Lolium perenne* L.)については乾物生産量が悪く、その結果雑草の繁茂が著しかった。

(4) 播種月日の違いが収量および雑草抑制に及ぼす影響

ベッチによる雑草管理を効果的、効率的にするための試験をいくつか試みた。播種月日について調べた1994年、1996年の結果を第4図に示す。いずれの年も播種時期の遅れに伴いベッチ生育量の低下する傾向が認められた。しかし、12月に播種した場合でも春雑草量に関してはそ



第4図 播種月日の違いがヘアリーベッチ収量及び雑草抑制に及ぼす影響

れほど大きく増加しなかった。場内圃場での試験では、殆どの場合、播種前にあらかじめ雑草の除去を行い、播種後にも軽くロータリー耕を行っている。播種前後の耕耘作業は、明らかにベッチの出芽率、翌春の地上部の乾物収量に影響した。12月に播種したベッチにも5～6月に十分被覆効果が認められるのは、種子の定着・出芽に良好な条件下で試験を行っているためであり、また雑草の抑制に効果的な厳寒期における耕耘作業（土壌を攪拌し、雑草種子を含んでいる表層を寒気にさらす）も重要な要因と考えられる。立地条件や労働負担量の関係から、このような播種前後の耕耘作業が困難な現地の圃場では、播種時期としては、やはり出芽率の劣る12月の播種を出来るだけ避け、10月中に播種した方が良いと考えられる。

(5) 播種量と乾物生産量の関係

ベッチの播種量に関しては、標準の5kg/10aを2倍～4倍量に増やした場合、5月におけるベッチ乾物収量は播種量の増加に伴い少しずつ上昇傾向を示すものの、雑草抑制効果の観点からすれば標準播種量で十分であることが分かった（第1表）。

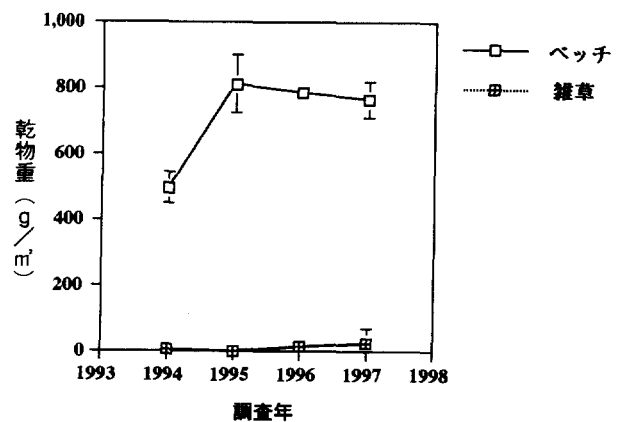
(6) 同一圃場における連続栽培試験

第5図には1993～1997年の5年間に渡るベッチの同一圃場栽培試験の結果を示した。図のように、10月に播種したベッチの5月における単位面積当たり乾物生産量は、初年度こそ500g/m²前後と悪かったが、次年度は800g/

m²に達し、その後乾物生産量に大きな低下は見られなかった。また、春雑草の抑制効果も4年間ほぼ変わることがなかった。このように、少なくとも1993～1997年の試験結果からは、連作によるベッチ乾物生産量の低下は認められなかった。ベッチは土壌養分の少ない貧栄養条件下の方が開花結実率が高いので、耕作放棄畑のように、もはや施肥が行われていないような農地の雑草管理にベッチを適用する場合、播種量は、こぼれ種からの出芽を考慮して、年度を経るごとに初年度の標準量から少しづつ減らしていくことも可能であると思われる。

(7) 雑草抑制におよぼす前作物の影響

ベッチを導入する際に、それまでに栽培されていた作物或いは植物がベッチの抑草効果にどのように影響するかを調べたのが第2表である。前年度までアブラナ (*Brassica campestris* L.) やイタリアンライグラス (*L. multiflorum* Lam.) が栽培されていた場所ではベッチを播種しても定着性が明らかに悪く、自然落下種子による前年度作物の著しい繁茂と雑草の侵入が見られた。一方、



第5図 同一圃場におけるヘアリーベッチの連続栽培試験

場内の畑圃場において、毎年ベッチを10月に播種し、翌年5月に収量及び雑草調査を行う。ベッチが枯れた後は無作付け。

第1表 ヘアリーベッチの播種量と雑草抑制効果

播種量	ベッチ乾物重 (g/m ²)	雑草乾物量 (g/m ²)
標準量*	563±37	0
2倍量	620±86	0
3倍量	633±76	0
4倍量	665±23	0
対照区	—	98±57

標準量として5kg/10aを用いる。播種：1993年10月25日、調査：1994年5月20日

第2表 ヘアリーベッチの抑草効果に及ぼす前作物の影響

前作	ベッチ乾物重 (g/m ²)	ベッチ以外乾物重 (g/m ²)	備考
ベッチ	784±18	15±25	
菜種	464±202	671±203	ベッチ以外では7割以上を菜種が占める。
イタリアンライグラス	276±8	831±323	ベッチ以外では7割以上をイタリアンライグラスが占める。
放任区 (I)	—	222±63	ベッチ栽培歴なしの区。
放任区 (II)	331±52	108±69	ベッチを2年前に栽培。1995年は放任。

1995年10月12日にベッチを散播し、1996年5月16日に雑草及びベッチ乾物重を測定。

ベッチ栽培歴のある放任区では前年度の自然落下種子によるベッチの繁茂が見られ(乾物生産量はベッチ播種区の約1/2), 雑草量はベッチ栽培歴のない放任区(I)の約半分に抑えられた。

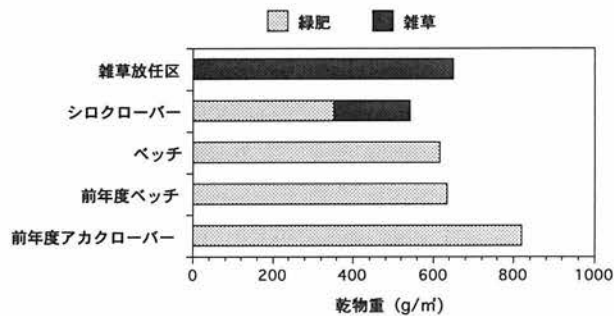
2) 傾斜畑地の雑草管理

耕作放棄率の高い中山間傾斜地域の畑雑草管理にベッチを適用するための試験を四国農試大麻山地区の傾斜畑圃場で行った。

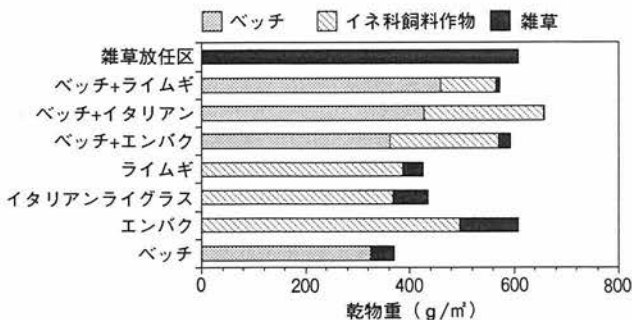
(1) マメ科, イネ科牧草との雑草抑制力の比較

約10度の斜度を持つ傾斜畑圃場を用いた1995年の調査結果を第6図と第7図に示す。第6図はマメ科飼料作物との比較, 第7図はイネ科飼料作物との混播効果を調べたものである。

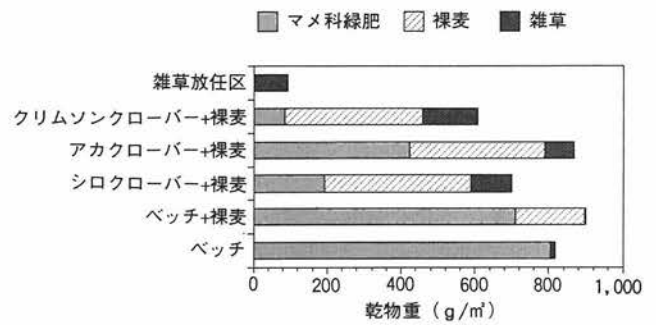
雑草量の多い本傾斜圃場においてもベッチの抑草効果は極めて高かった。シロクローバーはベッチに比べて単位面積当たり乾物生産量が著しく劣り, また雑草の抑制効果も低かった。他方, 同じ放任区の中でもベッチ, 前年度アカクローバー区(1993年秋に播種, 1994年は放



第6図 マメ科緑肥作物による傾斜畑地の雑草管理 シロクローバー区, ベッチ区は1994年11月11日播種。前年度ベッチ区, 前年度アカクローバー区は1993年10月18日に播種し, 1994年は播種せず放任。収量調査はいずれも1995年6月12日に行う。



第7図 傾斜畑地におけるヘアリーベッチとイネ科緑肥作物との混播効果 1994年10月24日播種, 1995年5月26日収量調査を行う。



第8図 マメ科緑肥作物と裸麦の混播効果 1993年11月6日播種, 1994年5月30日収量調査を行う。

任)においても1995年春の雑草抑制効果は高かった(第6図)。ベッチの場合は自然落下種子が, 多年生のアカクローバーの場合は根によって再生増殖したものと考えられる。

イネ科飼料作物との混播試験(第7図)では, イネ科牧草の収量が, 単播時に比べ下がるのに対し, ベッチはイネ科牧草との混播によって収量はむしろ増加する傾向にあった。単位面積当たりの緑肥総生産量から考えるとベッチとイネ科牧草の混植は効果的と考えられる。

(2) マメ科緑肥作物と裸麦との混播効果

第8図は裸麦との混播効果を他のマメ科緑肥作物との混播の場合と比較したものである。雑草抑制力のみならず, 緑肥総生産量においてもベッチと裸麦の組み合わせが一番良好であった。クローバー類の中では, アカクローバーと裸麦の組み合わせが緑肥総生産量に優れていた。

(3) ベッチが傾斜面の雑草植生におよぼす影響

傾斜10度の同一圃場内の斜面上方1aにベッチを栽植した区と栽植していない区を設け, 春から初夏にかけての雑草植生について調査を行った。第3表は6月に調査した時の傾斜圃場各区の主要な雑草を示す。写真からも明らかのように, 斜面上方にベッチが栽植されていないI区(写真-12)にはノゲシ (*Sonchus oleraceus* L.) やホソムギ (*L. perenne* L.) のような草丈の高い雑草が目立つのに対し, 斜面上方にベッチの栽植されているII区(写真-13)ではハコベ (*Stellaria media* Villars), ナズナ等草丈の低い雑草や永年生でつる性のヒルガオ (*Calystegia japonica* Chiosy) 等が優先種となった。また, 単位面積当たりの総雑草量もII区ではI区の半分以下となった。第9図は雑草を科レベルに分類整理したものであるが, I区の圃場が, イネ科, キク科, マメ科によって90%以上占められているのに対し, II区ではこれらが22%と非常に少なく, 他の草種と入れ替わっている

第3表 傾斜圃場の雑草植生に及ぼすヘアリーベッチの影響

順位	I区 主要雑草名(学名)	II区 主要雑草名(学名)
1.	ノゲシ(<i>Sonchus oleraceus</i> L.)	ヒルガオ(<i>Calystegia japonica</i> Chiosy)
2.	カラスノエンドウ(<i>Vicia angustifolia</i> L.)	ハコベ(<i>Stellaria media</i> Villars)
3.	ホソムギ(<i>Lolium perenne</i> L.)	ナズナ(<i>Capsella bursa-pastoris</i> Medicus)
4.	ヨモギ(<i>Artemisia princeps</i> Pampan)	カラスノエンドウ(<i>Vicia angustifolia</i> L.)
5.	イヌムギ(<i>Bromus cathar</i> Vahl)	ノゲシ(<i>Sonchus oleraceus</i> L.)
6.	ミゾイチゴツナギ(<i>Poa acroleuca</i> Steudel)	イヌムギ(<i>Bromus cathar</i> Vahl)
7.	クローバー(<i>Trifolium pratense</i> L.)	ヤエムグラ(<i>Galium spurium</i> L.)
8.	ヒメムカシヨモギ(<i>Erigeron canadensis</i> L.)	オオイヌノフグリ(<i>Veronica persica</i> Poir.)
	雑草量* (乾物重g/m ²)	
	530±76	225±58

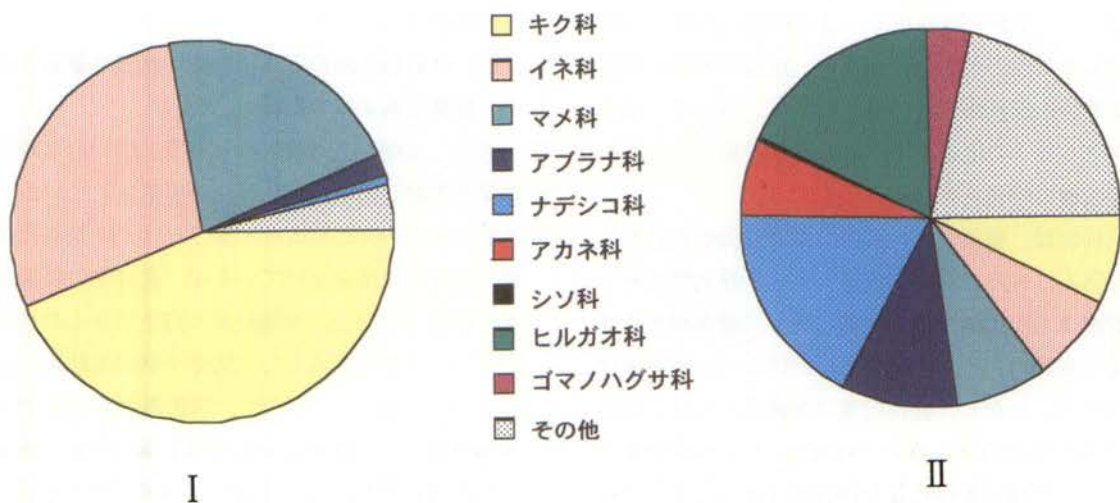
傾斜角約10度，1区画1アールの圃場．I：区画斜面上部部に栽植なし，II：区画斜面上部部にベッチを栽培(1アール)．1997年6月2日に調査．カラスノエンドウ，ハコベ，ナズナ，ヤエムグラについてはほとんどが枯死状態であった．
* 1区画から3地点を選んで測定した時の平均±SD.



写真12 傾斜圃場I区：ノゲシの白いワタボウシが沢山見える。



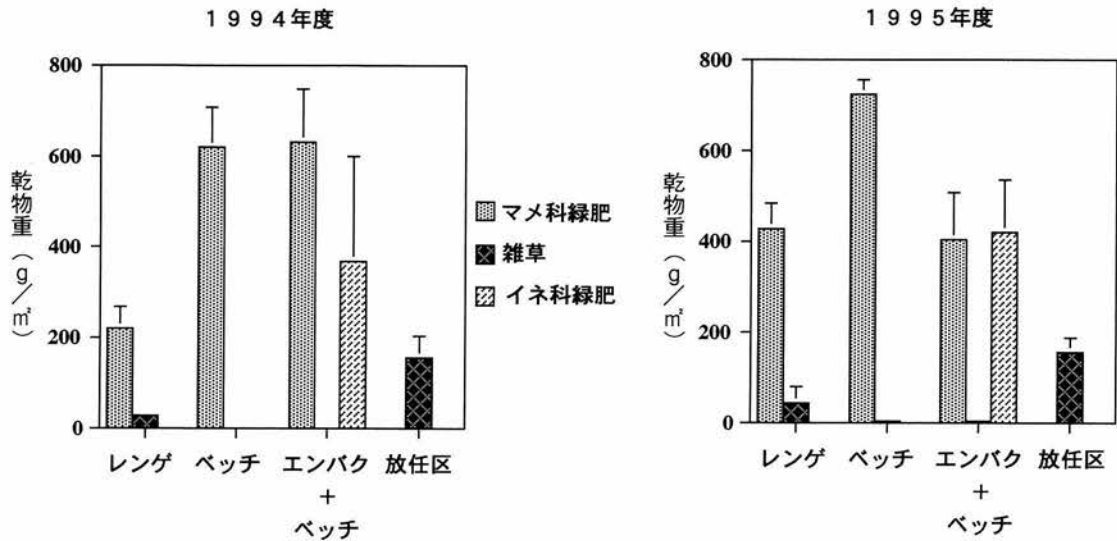
写真13 傾斜圃場II区：ヒルガオが優占している。ナズナやハコベは既に枯れている。



第9図 ヘアリーベッチの有無による傾斜圃場の雑草植生の違い

I区，II区については第3表参照。

ことがわかる．特に，ノゲシを中心とするキク科雑草は，II区ではI区の2割ほどに減少し，ベッチに対する感受性の極めて強いことが示唆された。



第10図 水稲栽培跡地におけるヘアリーベッチとレンゲの生育比較

1994年度試験は1993年11月10日播種，1994年6月2日調査．1995年度試験は1994年10月28日播種，1995年5月10日に調査を行う．

3) 休耕田・耕作放棄田の雑草管理

欧米では飼料作物あるいは緑肥として草地や畑土壤に栽培されているベッチが，水田跡地のような粘質湿潤土壤条件下でも栽培可能かどうか，四国農試場内のいくつかの水稲栽培跡圃場を用いて調べた．

(1) 水田跡地における生育と雑草抑制効果

まず，土壤水分とベッチの生育との関係を見るため，地下水調節圃場を用いて，土壤水分が及ぼす影響について調べたところ，含水比15～45%の範囲では生育に大きな差はなく（470～580g/m²），この程度の湿田では栽培可能であることがわかった．次に，1993年秋から1995年春に実際の水田圃場で行われたレンゲ，ベッチ，及びエンバクとベッチの混植による雑草抑制効果の2年にわたる比較試験の結果を第10図に示す．

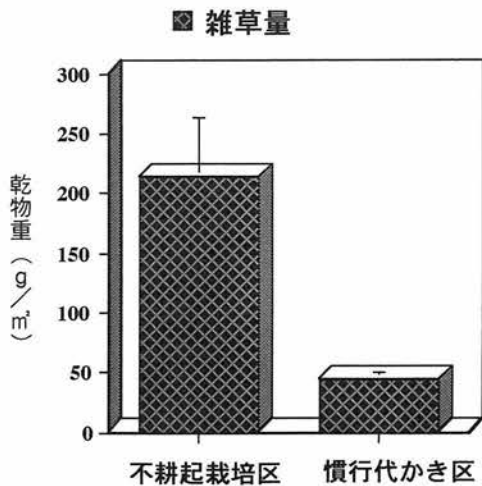
マメ科作物は，根粒菌との共同作業で空気中の窒素を根に取り込み，自らの窒素栄養源とする．好気性細菌である根粒菌は水田土壤中には定着し難く，通常菌密度は畑圃場よりも低いため，水田跡地におけるベッチの生育が懸念された．しかし，乾物収量は畑圃場における栽培結果と大きく変わらず，600～700g/m²と2年間安定していた．レンゲは2年目の方が好収量であったが，それでも400g/m²前後とベッチよりはかなり劣った．これまで水田として継続使用され，雑草管理も定期的に行われてきた圃場であるため，放任区においても雑草量はそれほど多くはなかったが，雑草抑制効果は畑圃場の結果（第3図）と同様，水田圃場においてもレンゲよりベ

ッチが勝った．レンゲは4～5月にかけて水田地帯を美しく彩るため，景観植物としては優れているものの，緑肥としてのバイオマス量や雑草抑制の観点からはベッチの方がむしろ優れていると考えられる．なお，ベッチはエンバクと混植しても，生育の大きな低下は認められず，エンバク，ベッチを合わせた緑肥総生産量はベッチ単独栽培時より増加した（1994年：61%増，1995年：13%増）．本結果は，ベッチとイネ科飼料作物との混播により水田跡の休耕地を粗飼料生産の場に転換，利用できる可能性を示している．

(2) 休耕前の水稲栽培法の違いが雑草量および緑肥の生育におよぼす影響

近年，水稲の省力栽培法として，慣行的な耕耘代かき作業を省略した不耕起栽培法が提唱されている．耕耘作業を行わないミニムティレッジは，欧米の大規模畑圃場で普及し成果を上げているが，農作業の軽減化，土壤水分保持力の向上，土壤浸食の防止等多くの長所を持つ一方で，大きな欠点として雑草や病虫害防除の問題が挙げられている³⁸⁾．そこで，四国農試鶴ヶ峰地区にある水田を用いて，休耕に至る前の土壤管理法（水稲栽培方式）の違いが翌春の雑草量に及ぼす影響と水稲収穫後に播種したベッチ，シロクロバー，レンゲの雑草防除効果の比較試験を行った．

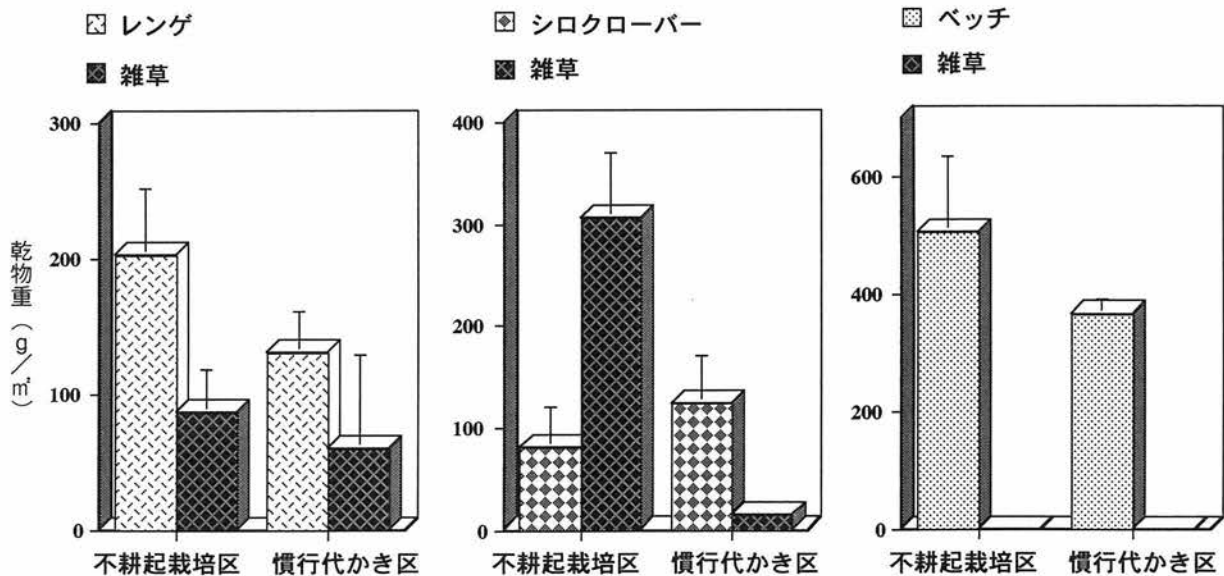
水稲を不耕起移植栽培した圃場と慣行的に代かきを行い栽培した圃場との翌春の雑草量の違いを第11図に示す．予想されたように，雑草量は水稲不耕起栽培区ではるか



第11図 休耕前の水稲栽培法の違いが雑草量に及ぼす影響

1996年水稲を不耕起移植栽培した区と慣行区に栽培した区とで、翌春（5月7日）の雑草量について調査した。水稲栽培期間中の除草については、各区共慣行的な農薬散布による。

に多く、慣行区の約5倍となった。両圃場に水稲収穫後ベッチ、シロクロローバー、レンゲを最適播種量（ベッチ；5 kg/10a，シロクロローバー；2 kg/10a，レンゲ；5 kg/10a）播いた場合の各々の春雑草抑制効果を図12に示した。なお、レンゲは通常水稲立毛中、収穫前に播種されることが多いが、今回の試験ではベッチの播種期と合わせるために水稲収穫後の10月播種とした。レンゲは水稲不耕起栽培区の方が生育が良かったが雑草の抑制にはそれほど効果がなかった。シロクロローバーの場合、慣行区では雑草量が少なかったにも関わらず、水稲不耕起栽培区では逆に雑草がシロクロローバーの生育を大きく上回る結果となった。図に見られるように、ベッチはこれら他のマメ科緑肥と異なり、慣行栽培区、水稲不耕起栽培区いずれにおいても雑草を完全に抑制した。



第12図 休耕前の土壌管理法の違いとマメ科緑肥の雑草抑制効果
不耕起移植栽培区と慣行代かき区の水稲を収穫後、11月20日にマメ科緑肥を散播。

第4表 復田後の水稲生育に及ぼすヘアリーベッチすき込みの影響

前年度処理	ベッチ、雑草すき込み量 (kg/10a)	草丈 (cm)	有効穂数	一穂粒数	千粒重 (g)	精玄米重 (kg/10a)	窒素含有率* (%)
除草剤処理	—	103	18.5	81.4	25.0	413	0.71
ベッチ標準量播種	560	104	19.2	80.4	24.1	408	0.76
ベッチ三倍量播種	740	106	20.4	87.8	25.0	437	0.78
雑草放任	209	103	18.8	79.4	25.0	396	0.71

*（わら+もみ）に含まれる窒素。

耕種概要：ベッチは標準量（5 kg/10a）あるいは3倍量（15kg/10a）を1994年10月26日に播種，翌年4月26日にラジコンモアで刈り取り，5月9日に植物体残査をすき込む。代かきは6月14日，田植えは6月20日に行う。いずれの区も無肥料で水稲（品種：ヒノヒカリ）を栽培。収穫は10月11日。

(3) 復田後の水稲収量におよぼす影響

これまでの結果から、ベッチは春から初夏にかけての雑草の生育抑制作用の強いことは明らかであるが、その作用が、もし少しでも土壤中に残存するとすれば、後作として導入した夏作物への影響も懸念される。そこで、休耕田を再度水田として利用する場合を想定して、復田後の水稲生育に及ぼすベッチすき込みの効果について検討した。第4表はベッチを代かきの1カ月以上前にすき込み、水稲（ヒノヒカリ）を無肥料で栽培した時の結果である。ベッチを標準量或いは3倍量播種した区は、平均草丈や有効穂数において、雑草放任区や除草剤処理区よりも若干勝り、また水稲の窒素含有率ではベッチすき込み区の方が高い値を示した。一方、精玄米重の増加はベッチのすき込み量から予想されるほどには大きくなかった。水田へのベッチすき込みの影響については、鶴ヶ峰地区圃場においても別品種水稲（黄金晴）を用いて試験を行ったが、上とはほぼ同様の傾向が認められた。つまり、土壤中にすき込まれたベッチには、後作水稲に対する生育抑制作用がないと同時に、緑肥として期待される水稲増収効果もそれほど大きくはないことが明らかとなった。

2 現地における栽培試験

1の場内試験では、農耕地の雑草管理におけるベッチの実用性を探るため、緑肥或いは飼料作物としてこれまでに使用されてきた他の植物との比較や、ベッチの雑草抑制効果を高めるための諸条件（最適播種量や播種適期、イネ科植物との混播効果等）を一般畑圃場、水田跡圃場、

傾斜畑圃場を用いて調べた。これら場内試験では、播種前の除草作業や耕耘、播種後の覆土等、出芽、生育が好条件となるような作業が行われている。他方、現地圃場においては、気象条件や土壌条件ばかりでなく、農地の立地条件や栽培作物、農家の労働負担量を含めた様々な条件が異なっているのは言うまでもない。ベッチを、除草剤使用量を減らし、環境保全的で省力的な雑草管理技術として、実際の遊休農地や耕作放棄地、また四国傾斜地域の重要作物である果樹の栽培圃場に普及していくためには、現地においても実証試験を行い、各々の場合についての問題点を明らかにしていく必要がある。本項では、香川県、愛媛県、高知県の果樹園や耕作放棄地で実施されたベッチの栽培試験の結果を、実際の協力農家の意見も含めて報告する。

1) 果樹園

(1) カキ園

ベッチを用いた草生栽培は岐阜県のカキ園では相当普及しており既に実績がある。本試験はカキの栽培が盛んな香川県香南町において実施した。本圃場は山の東斜面および北斜面にあり、写真14に示すようにカキは傾斜面に植えられている。1994年度の試験（1993年10月24日ベッチ播種）では、カキ園50アールを事前に除草剤散布し、草を除いてからベッチ種子を各々5kg/10a播種した。翌年5月の刈り取り調査の結果（第5表）、ベッチの抑草率は95%と良好であった。カキ園放任区の主要雑草としては、ホソムギ、ナズナ、ハコベ、ナギナタガヤ（*Festuca myuros* L.）、アメリカフウロ（*Geranium carolinianum* L.）、イヌノフグリ（*Veronica didyma* Tenore）

第5表 ヘアリーベッチによるカキ園（香川県香南町）の春雑草管理

試験区	ベッチ乾物重 (g/m ²)	雑草乾物重 (g/m ²)
I. 1994年度試験		
ベッチ播種区-a	399±70	29±24
ベッチ播種区-b	435±77	23±19
雑草放任区	—	514±270
II. 1996年度試験 (前年度播種植物)		
調査地点-1 (アカクローバー)	345±162	258±268
調査地点-2 (シロクローバー)	282±135	346±204
調査地点-3 (クリムソンクローバー)	271±189	259±123
調査地点-4 (ベッチ)	373±194	387±141
雑草放任区	—	675±55

I：1993年10月24日に5kg/10aのベッチ種子（a区；カネコ種苗，b区；タキイ種苗）を散播。1994年5月31日に刈り取り調査。ベッチ播種前に除草剤による雑草除去作業を行う。

II：1995年10月19日に5kg/10aのベッチ（タキイ種苗）を散播。1996年5月13日に刈り取り調査。ベッチは除草剤や草刈機による雑草除去作業を一切行わずそのまま散播。



写真14 香川県香南町のカキ園 (1996年5月13日)

ver. lilacina yamasaki), タチイヌノフグリ (*V. arvensis* L.), オオイチゴツナギ (*Poa nipponica* Koidz.), スズメノカタビラ (*P. annua* L.) 等が同定された。なお、表には示さなかったが、本現地圃場でベッチの春播き (2月下旬播種) 効果についても検討したところ、ベッチの生育が十分ではなく雑草の抑制効果は高くなかった。

傾斜果樹園においては、ベッチ播種前の除草剤の散布や機械による草刈作業は多大の労力を要する。そこで、

1996年度の試験 (1995年10月19日播種) では、草刈り機や除草剤による事前の雑草除去作業を一切行わず、草の上からの播種を試みた。その結果、表から明らかなように、ベッチの乾物収量は測定場所によって大きなばらつきがあり、生育むらが著しく、雑草抑制率も1994年度試験と比べて大きく低下した。なお、前年度 (1994年秋) に導入した植物、アカクローバー、シロクローバー、クリムソンクローバーの次年度ベッチ生育への影響は、いずれの植物においても大きくなかった。

1996年度試験において、ベッチの抑草効果が予想以上に悪かったのは、播種したベッチ種子が斜面に生えている雑草の上を滑って土壤に落下・定着せず、試験区全域に渡って均一に出芽できなかったためと考えられる。

(2) ナシ園

カキと同様落葉果樹であるナシの現地栽培圃場における結果を第6表に示す。

圃場は香川県の豊浜町にあり、16年生、23年生、25年生のナシ (品種; 幸水) が緩い傾斜面を削って整備された平面圃場の上に栽植されている (写真15)。1995

第6表 ヘアリーベッチによるナシ園 (香川県豊浜町) の春雑草管理

試験区	ベッチ乾物重 (g/m ²)	雑草乾物重 (g/m ²)
I. 1995年度試験 ベッチ播種区	331±36	1.1±0.9
雑草放任区		393±111
II. 1996年度試験		
調査地点 (1)	506±127	0
調査地点 (2)	312±88	123±95
調査地点 (3)	388±106	20±17
雑草放任区	—	382±84

I : 1994年10月にベッチ種子を散播。播種前に大きな草は刈り取る。1995年6月に刈り取り調査。

II : 1995年11月上旬に7～8 kg/10aのベッチ播種。1996年5月21日に刈り取り調査。

地点 (1) : 耕耘後播種, 地点 (2) 及び (3) : 草の上から散播。



写真15 香川県豊浜町のナシ園 (1996年5月21日)

年度の試験 (1994年10月ベッチ播種) の場合、事前に草刈りを行ってから播種したために、ベッチの抑草率は極めて高かった。また、1996年度の試験 (1995年上半ベッチ播種) から、ベッチ播種後耕耘した場合にもベッチの生育が旺盛で、雑草の繁茂も完全に抑えられること、草の上から播いた場合には、カキ園の結果と同様、抑草率も大きく低下することが確認された。本ナシ園のように、圃場が緩い斜面上に区画整備されている場合には、機械も入りやすいため、ベッチ播種前の除草処理や、播種後の耕耘は、出芽・定着を促進し、その抑草効果を高めるために有効な手段と考えられた。

第7表 ナシ園の雑草対策

これまでの管理法	ベッチを利用した管理
11月：除草剤散布後，機械による中耕	10月：中耕，ベッチ播種
3月：除草剤散布	3月：部分的除草剤散布
5月：除草剤散布	8月：除草剤散布
7月：除草剤散布	9月：除草剤散布
9月：除草剤散布	

ナシ園における一般的な雑草対策およびベッチを用いた場合の管理を第7表に示した。肥料の使用量が多く、土壌が肥沃なため雑草の生育が旺盛なナシ園では、グリホサート液剤、パラコート液剤、ジクワット・パラコート混合液剤等の除草剤が通常年間5～7回使用される。グリホサート液剤は1回の散布で約3000円/10aかかるが、ベッチを秋播きした場合、除草剤の散布回数は2～3回に減るため、経費と労力の大きな節減になる。また、ベッチは約10kg/10aの窒素を土壌に供給可能であり^{22, 30)}、他の果樹よりも肥料要求性の高いナシにとっては有利となる。他方、こういった利点に対して、ベッチが圃場を被覆することで土壌が湿潤状態になりナメクジが発生しやすく害が出ること、ナシ園では多肥のためベッチの草勢は旺盛になるがヘビ等も生息しやすく管理作業が不便になること、開花しても種子が充実しないため、毎年必ず播種する必要がある等の欠点も合わせ持つこと等が指摘された。

(3) ブドウ園

豊浜町のナシ園近くのブドウ園にもベッチを播種している農家があり、1996年春に現地調査を行った。ブドウ園では、元来施肥量が少ない上、圃場の棚面をブドウの葉が旺盛に茂るため光の遮蔽効果によって元々雑草が生えにくい環境になっている。本圃場では、1994年の秋にベッチを一定間隔ですじ播きしたとのことであった。前年度は播種しなかったにも関わらず、自然落下した種子から出芽したベッチは整然と生えており、抑草効果は極めて高かった(写真16)。しかし、その後の聞き取り調査から、この圃場ではその年のブドウの結実が極めて悪かったとの報告が入った。ベッチが栽培されていたこととの因果関係については未だ不明であるが、萌芽時の養分、水分、地温が後の生育に微妙に影響するブドウ、桃、ナシ等の果樹、特に根が他の果樹に比べて浅いブドウにおいては、ベッチとの競合が懸念され、下草として用いる場合、ベッチの栽植位置やその管理法についても注意を要する。

(4) ミカン園

調査した高知県のカンキツ園では、日向夏などが山頂近くの平面圃場(計12アール)に植えられており、通常年間2回の草刈と4回の除草剤散布(グリホサート液剤、ピアラホス液剤)が行われている。ベッチの播種は1995年の9月下旬に行われたが、播種前後の耕耘作業はなく、事前に草刈だけが行われた。圃場が平坦地であったこと、事前に草刈が行われたこととも関連して、3kg/10aと標準播種量よりも少なかったにも関わらず、ベッチの定着および生育は良好で、雑草抑草率は極めて高かった(第8表)。その後の聞き取り調査で、ベッチ枯死後にはメヒシバ、エノコログサ(*Setaria viridis* P. Beauv.)、オオアレチノギク(*Erigeron sumatrensis* Retz)等が発生したものの、草量は例年より少ないとのことであった。本ミカン園では、ベッチから伸びるツルの樹体、特に幼木への絡みつきが留意点として挙げられた。写真17は、日向夏幼木にベッチが絡みつき樹全体を覆っている状態を示している。

第8表の2)は愛媛県越智郡大西町の急傾斜圃場での成績を示している。本カンキツ園では、温州みかん、伊予柑、甘夏等が山の傾斜面7ヘクタールに渡って植えられている。農作業可能者数は経営者本人を含め5人であるが、栽培面積が広く、しかも急傾斜なため、1995年の



写真16 同香川県豊浜町のブドウ園(1996年5月21日)
：2年前に播いたベッチが自生している。

第8表 ヘアリーベッチによるミカン園（高知県朝倉，愛媛県大西町）の春雑草管理

試験区	ベッチ乾物重 (g/m ²)	雑草乾物重 (g/m ²)
I. 1996年度試験		
1) 高知県ミカン園		
ベッチ播種区	457 ± 59	7 ± 11
雑草放任区	—	284 ± 53
2) 愛媛県急傾斜ミカン園		
調査地点A	278 ± 203	265 ± 192
調査地点B	256 ± 216	307 ± 123
調査地点C	375 ± 79	74 ± 64
雑草放任区	—	883 ± 338

- 1) ベッチ播種：1995年9月20日，調査：1996年5月14日
草刈機で除草後ベッチを3kg/10a播種。ミカン園は山頂近くの平坦部に位置する。
- 2) ベッチ播種：1995年9月30日～10月20日，調査：1996年5月20日
播種量：1994年は3kg/10a，1995年は2.8kg/10a使用。地点A：傾斜35度，南西斜面，地点B：傾斜35度，北東斜面，地点C：傾斜5～10度，北斜面。いずれの地点も草の上からベッチを散播。



写真17 高知県高知市のミカン園（1996年5月14日）：日向夏の幼木がベッチに完全に覆われている。



写真18 愛媛県大西町のミカン園（1996年5月20日）：急傾斜の南向き斜面では開花しているところが多い。

ベッチ播種作業は，9月末から10月中旬まで，4～5人がかりで7回に分けて行われた。草の上からの散播であり，傾斜が急（最大斜度35度）なこともあって，前述のカキ園と同様，ベッチの定着度には大きなばらつきがあった（写真18）。そのため，ベッチの抑草率も低く，放任区の3割程度の雑草が見られた。しかし，調査地点Cのように傾斜が比較的緩やかなところでは，ベッチ乾物収量も高く，雑草は目立たなかった。なお，山の斜面によって，ベッチの生育速度が異なっており，南斜面が北斜面より生育速度が早く5月20日の調査時点で既に開花しているところが多かった。

その後の農家への聞き取り調査では，ベッチ導入による利点として，①これまで年2回の除草剤散布が7月末から8月始めの1回だけで済み，しかも除草剤散布量を減らせること，②除草にかかる労働時間がこれまでの6割程度になること，③この圃場ではベッチ種子が自生す

るため必要播種量は年々減少すること等，コスト面および省力面での効果が挙げられ，一方，欠点或いは注意点としては，①ミカン園の春雑草で一番問題になるイタリアンライグラスに対する抑制力が弱いこと，②ベッチの草量の多さから，雑草を良く抑える反面，草を倒す回数が増えること（年間5回程度），それに関連して，高知県のミカン園でも指摘されたように③最初の草倒しが5月に入ってしまうと，ベッチのツルが樹に絡みつき，若木の場合春芽の出芽に影響することが挙げられた。また，要望事項として，樹に絡みついてこないような矮性型ベッチの品種育成が挙げられた。

(5) ユズ園

高知県物部村は，物部川の上流域に位置し，林野率95%という典型的な奥地型山村であるが，現在日本でも有数のユズ産地として知られている。山の傾斜面や段畑の法面には，補完作物としてギンナンやゼンマイ，ワラビ，

タラといった山菜が植えられている。写真19は、山頂付近（標高320m）の平坦部に栽植されたユズの樹間に生育するベッチを示す。ベッチは1995年10月中旬に5アールの圃場に対して播かれた（6 kg/10a）。事前の除草や、播種前後の耕耘作業を行わなかったにも関わらず、写真に見られるようにベッチは圃場全面を均一に被覆しており、5月調査時点での抑草効果は極めて高かった。このように、年間降水量の多い（2000mm前後）高冷地においてもベッチは旺盛に生育することが確認された。

一方、ユズ園の農家からは、①樹木に巻き付いた状態でベッチが枯れてしまった場合、樹の下枝に結実している果実がベッチの枯れたツルでこすれて傷果が増える②ベッチが巻き付かないようにするためには、年間3回ほどの草倒しが必要で、その労力が馬鹿にならない、との指摘があった。樹高が低く、しかも果皮が弱いユズでは、ベッチの樹体への巻き付きはユズを傷め、品質低下をもたらすため、ユズ園の草生栽培としてはふさわしくないと考えられる。また、要望事項として、ユズ管理のため

圃地に入ることの多い夏から秋にかけて雑草抑制力が強く、収穫時には枯れてしまうような被覆植物の選定が挙げられた。

2) 牧草地跡

香川県仲南町の牧草地跡の調査結果を第9表に示す。本地区は昭和47年頃から造成が行われ、42ヘクタールの牧草地のうち、約10ヘクタールが現在利用されている。酪農が主体のこの地区では、冬は麦、夏はトウモロコシが主体となり、その他干し草用としてローズグラス、リードカナリーグラスが栽培されている。このような草地で雑草管理上問題となるのは、外国産配合飼料中に混入していると思われる雑草種子であり、当地ではこの5年間でホトケノザ、ナズナの進入が特に目立つという（写真20）。本圃場は堆肥工場造成のため放棄された土地であるが、ベッチの生育は良く、1994年度、1995年度いずれも雑草の抑制率は高かった。1996年春の調査では、前年秋にベッチを播種しなかったにも関わらず、自然落下種子によるベッチの繁茂が観察された。

第9表 牧草地跡（香川県仲南町）におけるヘアリーベッチの生育と雑草抑制効果

試験区	ベッチ乾物重 (g/m ²)	雑草乾物重 (g/m ²)
I. 1994年度試験		
播種後耕起区	605±112	0
草刈後播種区	661±80	6
雑草放任区	—	535±243
II. 1995年度試験		
ベッチ播種区	491±143	25±13
雑草放任区	—	489±37

I：ベッチ播種：1993年11月10日，調査：1994年6月。

II：ベッチ播種：1994年10月，調査：1995年6月。



写真19 高知県物部村のユズ園（1996年5月14日）：事前の除草や播種前後の耕耘を行わなかったにも関わらず、ベッチの生育は良く、被覆率は高い。



写真20 香川県仲南町の牧草地（1996年5月2日）：この近辺ではホトケノザのピンク色の花が取り分け目立つ。

第10表 耕作放棄田におけるヘアリーベッチの生育と雑草抑制効果

試験区	ベッチ乾物重 (g/m ²)	雑草乾物重 (g/m ²)
I. 1994年度試験		
水田跡A (香川県満濃町)		
耕耘後播種区	635±141	0
不耕耘播種区	477±62	0
雑草放任区	—	176±73
水田跡B (香川県丸亀市)		
播種後耕耘区	724±91	0
雑草放任区	—	152±57
II. 1995年度試験		
水田跡A (香川県満濃町)		
ベッチ播種区	491±143	25±13
雑草放任区	—	489±37
水田跡C (香川県善通寺市)		
ベッチ播種区	738±18	16±16
レンゲ播種区	—	394±143

I：ベッチ播種：水田跡A；1993年11月10日，水田跡B；10月30日．水田跡Aの不耕耘播種区はコンバインで切断したワラの上から播種．調査はいずれの地点も1994年6月2日．
II：ベッチ播種：1994年10～11月，水田跡Cは放任区なし．調査：1995年6月6日．



写真21 香川県満濃町の耕作放棄田(1996年5月2日)
：前年，ベッチを播かなかつたため，自生したベッチの被覆率は悪く，秋雑草の枯れ枝が目につく．

3) 休耕田・耕作放棄田

香川県下の耕作放棄田3カ所を選んで試験を行った(第10表)．これらの土地は，いずれも試験開始年まで水稲が栽培されていたところである．1994年度，1995年度いずれも6月始めの調査であるが，四国農試場内水田圃場の場合と同様，秋播きのベッチは雑草を良く抑えた(抑草率：95～100%)．樹園地での試験やこの試験の結果からも明らかのように，ベッチ播種前後の耕耘作業はその後のベッチ種子の定着・出芽率を高め，翌春の乾物生産量を増やす上で有効であった．雑草管理の常に行き届いた圃場に周りを囲まれている場内試験圃場と異なり，現地圃場の立地条件は様々である．満濃町の水田跡

Aの場合は，近接して雑木林があり，管理を怠ると雑草がすぐに侵入する．本圃場の雑草放任区を見ると，1994年度と1995年度では，後者の春雑草量は倍以上に増えていた．また，場内の水田圃場では，ベッチが枯れて2～3カ月経った10月の調査においても，雑草量の大きな増加が認められなかったのに対し，これら現地圃場においては，6月中旬～7月にベッチが枯れて敷きわら状になった後，徐々に雑草が発生し，10月には，キク科雑草はほとんど見られなかったものの，メヒシバなどイネ科雑草の発生が著しかった．水田跡Aでは，1995年秋にベッチの播種は行われなかった．この圃場の1996年5月の調査時の状態を写真21に示す．自然落下種子から自生したベッチも見られたものの，圃場の大半は雑草で占められていた．このことから，耕作放棄田の雑草管理にベッチを利用する場合には，毎年秋に継続して播種する必要がある．

それまでレンゲで管理されていたという水田跡Cは，徐々に雑草が繁茂し，レンゲが雑草に負けてうまく生えない状況となっていた．1994年11月2日に，ベッチを4kg/10a播種したところ，3週間後の11月25日のベッチの芽生えは，132±47本/m²と良好な出芽率を示した．初春にはイネ科雑草が目立ったものの，その後ベッチにより完全に抑えられ，水田跡Bと同様，6月始めのベッチ乾物収量は700g/m²以上にもなった．本圃場は，水田跡Aと異なり，周辺をまだ放棄されていない水田と県道で囲まれている．ここでは，1996年，1997年と続けてベッ



写真22 香川県善通寺市の耕作放棄田(1996年5月21日) : ベッチの枯れ上がり現象が観察された。



写真23 四国農試内畑圃場(1997年5月1日) : 場内でも観察されたベッチの枯れ上がり現象。枯れ跡からはイネ科雑草が繁茂。



写真24 ベッチ茎葉に集まるワタアブラムシ(1997年4月14日) : 茎葉は萎縮し、やがて枯れていく。

チの枯れ上がり現象が5月に観察された(写真22)。通常5月の時点でベッチが枯れることはないが、この現象は1997年4月から5月にかけて四国農試内の圃場でも観察され(写真23)、その原因が瓜や豆につくワタアブラムシ(*Aphis gossypii*)にあることが判明した(四国農試病虫害研究室小林研究員によって同定, 写真24)。ワタアブラムシは、外気温と湿度が急激に上昇した4月以降の風通しの悪い箇所が多く発生した。水田跡Cにおいても、道路の路肩沿いを中心にして発生が見られたことより、風が吹き抜けず、過湿状態になる部分から大量発生するものと考えられた。ただ、全面平地の四国農試場内での観察では、ワタアブラムシによる被害は周辺まで拡大することなく、写真23に見られるようにせいぜい2メートルの範囲で収まることわかった。これには、アブラムシを補食するテントウムシの出現が関係しているものと考えられる。なお、病害に関連して、やはり1997年の5月、四国農試で栽培されたベッチの葉からウイルス

が検出された(四国農試病虫害研究室笹谷研究員によって同定)。検出されたのは、ソラマメにつくCYVV(クローバーの葉脈黄化ウイルス)²⁶⁾およびBYMV(インゲンマメ黄斑モザイクウイルス)²⁷⁾で、これらウイルス抗原との抗原抗体反応によって確認された。媒介はベッチに集まるアブラムシの可能性が高いことから、水田の冬作としてソラマメ栽培の盛んな香川県や愛媛県では、周辺の休耕地や耕作放棄田の雑草管理にベッチを栽培する場合、アブラムシの発生に特に留意する必要性のあることが示された。

IV 総合考察

1 ベッチの一般的性状

ベッチは、酸性土壌で生育の良くないクローバーやアルファルファと異なり、土壌のpHが4.9~8.2という広範なpH域での生育が可能で、耐寒性も強い(Duke, 1981)。また、日陰においても旺盛に育つことから²⁾、米国では飼料、干し草、サイレージ、緑肥としてのみならず、樹園地のカバークロップとしても幅広く栽培されている。土質に関しては、砂土や砂壤土での生育が良好であるが、排水が良ければ、殆どの土壌型に対応出来るともされている⁵⁾。

5年間に渡る今回の試験では、周辺環境や立地条件のみならず、気象条件、土壌条件、作付け前歴等が異なる、様々な環境条件下での栽培を試みた。その結果、平面圃場、傾斜圃場、畑圃場、水田圃場、草地、樹園地、耕作放棄地、いずれの圃場にあっても、秋播きのベッチの生育は良好で、ベッチが土壌を選ばず、環境適応性にとりわけ優れた植物であることが確認された。事実、四国地

域では5月になると、果樹園周辺や川原の土手、高速道路の法面、山間部の傾斜面などの非農耕地に、野生化したベッチの赤紫色の花を容易に見つけることが出来る。ベッチと同属のソラマメ (*V. faba* L.) が、讃岐の地に古くより栽培され、特産品となってきた¹⁾理由も、四国地域における *Vicia* 属の適応性の高さが関係しているものと思われる。

2 遊休農地、耕作放棄地の雑草管理

雑草を制圧する力は、ベッチ地上部の草量と密接に関係する。冬季のベッチ地上部は生育が抑制されているため、写真3に示したように、この期間ではホトケノザやイネ科雑草に優先される。実際、古くより米国では、ヘアリーベッチがコモンベッチ (*V. sativa* L.) やパープルベッチ (*V. benghalensis*) に比べ冬場の生育が悪く、被覆性に劣るため、草地における冬季の草種としては相応しくないという意見もある。しかし、2月頃までの雑草は草丈が低く、3月以降になるとベッチが圧倒的に優位となるため(写真5)、耕作放棄地や遊休農地の雑草管理に用いる限りにおいては、ベッチの冬場の生育の悪さは問題とならないであろう。更に、ベッチの栽培は、農耕地に高窒素含量(約4%)のバイオマスをもたらすため^{1), 3)}、雑草の管理面だけでなく、地力維持の観点からも有用と考えられる。

土壌保全的な意味では、ベッチを含むカバークロップは、裸地化しているような土地を被覆することによる土壌浸食防止作用を持っている。ただ、ベッチは地中深く根を伸展させないため、同じマメ科でも、深根性のアルファルファほどの効果は期待できない。土壌の物理性に関して、WagnerとDentonは、細砂壤土の実験圃場で、ベッチ栽培後の土壌の粗孔隙率、飽和透水係数、仮比重等を測定した結果、農作業用機械の運行によるほどの土壌物理性に対する影響はなかったとしている³⁴⁾。四国中山間では、棚田が急傾斜面に造成されているため、耕地に対する法面面積の割合が極めて高く、その雑草管理対策が他地域以上に問題となっている。しかし、ベッチの栽植は土壌を膨軟にし、水の浸潤性を高めるため²⁾、多雨地域で崩壊や陥没の恐れのあるような斜面に屹立した法面に対しては、ベッチの適用をむしろ避けるべきであろう。

3 バイオマス

Hargroveは、米国ジョージア州でのベッチ地上部の平

均バイオマス量(乾物生産量)を425kg/haと算定している^{1) 2)}。今回の四国地域における試験では、5月～6月におけるベッチの地上部乾物生産量は、傾斜地圃場を含む場内試験で276～810kg/ha、香川県、愛媛県、高知県で行った現地圃場試験で256～738kg/haとなった。四国農試内試験で成績の良くなかったのは、前年にイタリアンライグラスが栽培されていた区(第2表)であり、現地試験では、播種前の除草が行われず、傾斜面に草の上からベッチ種子を散播した場合(第5表、第6表、第8表)であった。播種前後の耕耘作業は、種子を土壌中に定着させ適度な湿度に保つため、当然ベッチの出芽率を高めることとなるが、平坦地にある遊休農地や休耕田の場合は別として、山腹斜面に立地する樹園地の場合、事前の草刈には多大の労力を要し、また耕耘作業は事実上不可能と云ってよい。今後、斜面土壌への種子の定着性を良好にし、出芽率を高めるようなベッチ播種法の工夫が望まれる。

4 他作物との混播効果

傾斜畑圃場では、ベッチと裸麦やイネ科牧草との混播試験を行い(第7図、第8図)、水田跡圃場でもエンバクとの混播効果を調べた(第10図)。いずれの場合でも、イネ科植物の混播によるベッチ収量の低下は認められず、雑草抑制率はむしろ高まる傾向が見られた。ただ、イネ科作物側の収量は単独時よりも悪くなるため(第7図)、イネ科作物の収穫のみを目的とする場合にはベッチとの混播は薦められない。ケベックにおける3年間の圃場試験で、トウモロコシの混作にアカクローバー、ベッチ、あるいはアルファルファを用いたところ、これらマメ科作物との混作は、トウモロコシの15～27%収量減をもたらしたとも報告されている³³⁾。

5 緑肥効果

ベッチを穀類生産における緑肥として用い、成功している例はこれまで数多く報告されている^{1), 6), 12), 22), 36)}。Smith等によれば、ベッチ地上部から土壌中に還元される窒素は132～209kg/haで、そのうち窒素固定に由来する割合は0.75～0.84としている³⁰⁾。他方、Hargroveはベッチ由来の平均窒素量は134～153kg/haと算定し、ベッチのマルチ下で栽培されたトウモロコシの窒素含量を調べたところ、ライ麦マルチ下の場合よりも高く、その収量は、40kg/10aの窒素肥料を施用した区に匹敵したという^{1) 2)}。FryeとBlevinsは、夏作のトウモロコシと冬

作のベッチ、クリムソクローバー、ライ麦、あるいはビッグフラワーベッチ (*V. grandiflora*) とのローテーションに関する試験を行った結果、ケンタッキーでは、ベッチの後トウモロコシを不耕起栽培すると、年間100 kg/haの窒素が土壤に付加され、トウモロコシは他の作物とのローテーションより増収したと報告している^{6, 21)}。同様に、McVay等も、トウモロコシやソルガムの生産に必要な窒素を、ベッチですべてまかなうことが可能としている²²⁾。今回の場内試験においては、休耕田や放棄田の雑草管理にベッチを用いた後、復田した場合を想定して、ベッチを緑肥としてすき込む試験を行った。この試験では、ベッチのアレロパシー作用が後作の水稻に影響するかどうかにも注目されたが、イネ科作物との混作の場合と異なり、すき込んだベッチには水稻生育に対する阻害作用がないこと、水稻中の窒素濃度を幾分高めたものの、米国で報告されている土壤への窒素付加量やトウモロコシの増収効果から期待されるほどには収量増のないことがわかった(第4表)。米国においては、南東部のネブラスカのように暑い地域では、ベッチ残渣中窒素成分が熱暑により大気中に揮散するため、不耕起では土壤への窒素寄与はほとんどないと言われている。今回の試験では、ベッチは土壤中にすき込まれていることから、地表面からの窒素揮散の可能性は考えられない。ベッチのすき込みは入水の1カ月前に行われており、この期間中にベッチの分解で生じたアンモニアは土壤中で硝化作用を受け硝酸態窒素にまで変換されているものと推定される。入水代かき後、水田土壤中に発達する還元層は、土壤中に集積した硝酸の多くを脱窒作用によって大気中に放出させる。畑圃場と異なり、水田におけるベッチの緑肥効果が低いのはそのようなことが原因しているのかもしれない。いずれにしても、前述の仮説は、すき込まれたベッチの土壤中での分解速度および硝化速度が極めて速いことが前提となっており、今後、他の緑肥作物との土壤中での分解性、窒素無機化速度、水稻栽培における窒素寄与率等の比較試験を行う必要がある。

6 家畜粗飼料としての利用

ベッチは、欧米では、穀類生産における良質の窒素供給源となるばかりでなく、サイロ用、牧草用として草地における利用度も高い⁵⁾。今回の現地試験では、肥料が施されていない牧草地跡においてもベッチ栽培試験を行い、ベッチ地上部の乾物生産率の高いことを確認した

(第9表)。良質のサイレージとして評価されている一方で、ベッチ含量の高い飼料が家畜にもたらす毒性も懸念されている。例えば、アルゼンチンでは、ベッチの草地に放たれた牛の死亡例が報告されている²⁶⁾。エンドウ (*Pisum sativum* L.) やスイートピー (*Lathyrus odoratus* L.)、ギンネム (*Leucaena glauca* L.)、ベッチ等のマメ科幼植物中には、毒性のある配糖体やアミノ酸類縁物質の存在することが報告されているが^{18, 19, 23)}、アルゼンチンの例は、配糖体の毒性症状とは異なることから、その原因については未だ不明である。四国地域における耕作放棄田や休耕地を、粗飼料生産の場として利用する場合には、ベッチを単独で栽培するよりはイネ科牧草との混播が望ましい。

7 アレロパシーと抑草作用

ベッチに含まれる生体成分に関しては、子実中に、同属のカラスノエンドウほどではないが、痛みや痙攣を伴う毒性物質の存在することが古くより知られてきた⁵⁾。White等は、温室内の実験で、クリムソクローバーやベッチの残渣あるいは熱水抽出物が、ワタ (*Cossypium hirsutum* L.)、トウモロコシ、シロガラシ (*Sinapis arvensis*) 等の発芽および幼植物の生長を阻害することを見出し、これらマメ科植物中成分のアレロパシー作用を示唆した³⁷⁾。他方、SchenkとWernerは *Vicia* 属を含む多くのマメ科植物中に検出される β -(3-isoxazolin-5-on-2-yl)-alanine が雑草の生育抑制作用を示すことから、本化合物をアレロパシー作用の有力候補物質として挙げている²⁹⁾。植物組織中の化学成分あるいは根の分泌成分が、雑草の発生を抑える例については、同じマメ科植物でムクナ (*Mucuna pruriens* L.) が知られている。藤井等は本植物の栽培跡地では雑草発生が殆ど認められないこと⁸⁾、また階段栽培法により、根から出る物質に他植物の生育阻害作用のあることを見出しており⁹⁾、その作用物質としてアミノ酸の類縁体 L-DOPA を検出している¹⁰⁾。ベッチの強い雑草抑制作用については、これら物質的側面からの説明とは別に、物理的環境要因の変化から説明しようとする試みもある。近年、TeasdaleとDaughtryは、除草剤(パラコート)で枯らしたベッチと生きているベッチとの間で、地温や土壤水分、透過光量や光質についての比較を行い、雑草の抑制には、透過光の減衰(660nm/730nm; 赤色光と赤外線との比の減少)や日内地温変化の減少が大きく関係していると述べている³²⁾。特に、茎葉の被覆による赤色光の遮断は、生体の

諸機能を調節する色素タンパク質フィトクロームの不活性化をもたらし、種子の発芽を阻害することが知られている³¹⁾。草量が多く、匍匐性のベッチは、確かに、立性植物に比べはるかに遮光力が強く、それが雑草抑制の大きな要因になっているものと考えられる。しかし、四国農試の傾斜畑圃場で今回観察された現象、即ち、傾斜面上部にベッチが栽植されている場合とそうでない場合では、その斜面下部に設けた放任区の雑草量が異なること、また構成する草種も変化し、前者の区ではノゲシを中心とするキク科雑草が著しく減少するという事実（第3表、第10図、写真12、13）は、ベッチの抑草効果が、単に光の遮蔽や地温に関係しているだけでなく、体内で合成された化学成分のアレロパシー作用とも密接に関連していることを示唆している。この傾斜圃場での観察結果を基に、雨水によってベッチ栽培土壌から浸出してきた水が、実際にキク科雑草ノゲシ（アレロパシーの検定に用いるレタスと同属）の種子発芽あるいは成長を抑制するかどうか、またどのような分泌成分が抑制に関係しているのか、現在アレロパシー作用を実証するための室内実験を行っている。

8 果樹園の下草としての利用

四国傾斜地域の樹園地の下草として利用可能かどうかを探る現地圃場試験では、ベッチがいずれの圃場（カキ園、ナシ園、ミカン園、ユズ園、ブドウ園）においても、春から初夏にかけて優れた抑草効果を示すことが分かった。一方、実際に農園を管理する農家からは、ベッチ使用に際しての苦言、提言を少なからず頂いた。中でもほぼ共通する意見としては、ツル性のベッチが樹体に絡みついてくることであり、高知県のミカン園では、ベッチの茎葉で完全に覆われてしまったミカンの幼木も観察された（写真17）。樹高が低く、果皮が傷つきやすいユズでは、ベッチ枯れ枝と樹の下枝に結実している実との接触がユズの商品価値を下げ致命的となった。他方、茎葉が樹体に絡みつかないように行う草倒しの作業も大変とのことであった。ベッチが畑土壌の地力を上げる優れた緑肥であることは既に述べたが、このことは逆に、土壌への窒素施用量が微妙に出芽や結実に影響するような果樹（ブドウやモモ、ナシ）に対しては、ベッチの管理にも特別の注意が必要であることを示している。他の果樹よりも根の浅いブドウでは、樹間に広がるベッチとの水分や養分の競合も懸念された。

9 ベッチと病虫害

ベッチによる土壌表面の被覆は、土壌の乾燥を防ぎ、湿潤性を保つ効果を持つ反面、様々な小動物の温床となりやすい。Houseはベッチ栽培土壌中には、他の作物を栽培した時よりも多くの、また多種類の節足動物が見出されたと報告している^{14), 15)}。米国オレゴン州のナシ園では、下草として用いるカバークロップ類に、病原菌を媒介するハダニ (*Tetranychus urticae*) が集まり害をもたらしているが、ハダニの発生率はカバークロップの中でもベッチが一番高かったという。香川県香南町のナシ園では、ベッチで雑草管理した圃場におけるナメクジの発生が指摘された。一方、四国農試内圃場で栽培されたベッチの茎葉からは、ソラマメに病害をもたらすウイルス^{27), 28)}が検出され、更にウイルスを媒介すると考えられるワタアブラムシの大量発生が認められた（写真23）。ワタアブラムシの発生は、現地圃場でも観察され、ベッチの枯れ上がり現象をもたらした（香川県善通寺市の休耕田、写真21）。アブラムシの害は圃場全体に広がることはなかったが、これはアブラムシを補食するテントウムシが集まり出すことによる。米国マサチューセッツ州の海岸地帯では、6月後半ソラマメに、7月になるとベッチにアブラムシおよびそれを補食するテントウムシが集まるといふ³¹⁾。Bugg等は、冬季の下草としてベッチとライ麦を混播した場合、アブラムシを補食するテントウムシの数は、草刈をせず放任した区の6倍、雑草を刈り取ってしまった区の87倍にも達したと報告している¹⁾。実際、マサチューセッツ州のクルミ園では、ベッチに集まるこのテントウムシを利用して、クルミの樹に付着し害をもたらすアブラムシ（ベッチに集まるアブラムシとは異なる）を補食させる生物的防除法が提案されている⁴⁾。

以上、5年間に渡るベッチの場内での栽培試験や現地における調査結果から、ベッチを四国地域の様々な農耕地に適用するに当たっての問題点の摘出を試みた。その結果、ベッチの持つ優れた被覆力、雑草抑制力が確認され、今後益々増加が予想される遊休農地や耕作放棄地の雑草管理および荒廃化防止手段として、地力維持や土壌物理性改善効果も合わせ持つベッチは極めて有効であることが明らかとなった。他方、欧米のように平坦で大規模な圃場と異なり、狭小で複雑な地形を持つ四国傾斜地域の農耕地の多くにあっては、ベッチ播種前後の耕耘作業や草刈機による事前の除草は困難であることから、傾

斜面上に効率よくベッチ種子を定着・出芽させるための技術開発の必要性を感じた。また、樹園地でのベッチ利用に当たっては、単に雑草管理面からだけでなく、果樹の生育や品質に及ぼす影響、病虫害の発生あるいは防除をも含めた総合的な観点からの評価が今後重要になると考えられた。

V 摘 要

ツル性のマメ科植物ベッチが、四国地域の遊休農地、耕作放棄地等の雑草管理あるいは果樹園の草生栽培用下草として実用可能かどうかを調べるために、1993年から1997年にかけて、四国農試内の圃場並びに香川県、愛媛県、高知県の現地圃場を用いて、ベッチの栽培試験を行い、以下の結果を得た。

- 1) ベッチは冬季の雑草抑制力は弱く、イネ科雑草やホトケノザ、ナズナ等に優占されたが、春から夏にかけての雑草抑止力には優れていた。
- 2) 5月におけるバイオマス量はライムギ、エンバク等のイネ科作物やシロクローバー、クリムソクローバ等マメ科飼料作物と同等或いはそれ以上であった。
- 3) 5年間の栽培では連作障害は見られず、播種前後の耕耘を行うと、ベッチの乾物生産量は800kg/10aにも達した。
- 4) イネ科牧草との混播によりベッチ乾物収量は増加した。一方、イネ科牧草の方は、単播時よりも減収となった。
- 5) 水田として利用されていた湿潤で粘質な土壤でもベッチの生育は良好で、レンゲやクローバーは、バイオマス量、雑草抑制力のいずれにおいてもベッチより劣った。
- 6) 肥料が大量投入されているような管理圃場と異なり、休耕地等低肥沃地では、ベッチの開花、結実率が高い傾向にあり、自然落下種子によるベッチの自生が見られた。
- 7) 傾斜面に栽培されたベッチは、斜面下部の植生にも影響を及ぼした。斜面下部では雑草量の減少が認められ、中でもノゲシやヨモギ等キク科雑草の減退が著しかった。
- 8) 現地のカキ園、ナシ園、ミカン園、ブドウ園、ユズ園では、立地条件、土壤条件、気象条件等が各々異なるにも関わらず、いずれの圃場においてもベッチの生育は良く、雑草抑制効果は高かった。

また、ベッチを利用する上での留意点に関しては、以下のような試験結果が得られた。

- 9) 水田にすき込んだベッチの緑肥効果は、米国のトウモロコシやソルガム栽培畑圃場での報告から期待されるほどには大きくなかった。
- 10) 傾斜面の畑地や樹園地に播種する場合、事前の除草作業は、その後のベッチの定着・出芽率に大きく影響した。
- 11) ナタネやイタリアンライグラスが栽培されていた圃場では、ベッチの生育は悪く、雑草侵入量も多かった。
- 12) 1997年の4月から5月にかけて、四国農試内圃場に大量のワタアブラムシの発生が観察された。現地圃場の善通寺市内耕作放棄地においてもアブラムシの発生が認められ、ベッチの枯れ上がり現象が生じた。
- 13) 1997年の5月には、四国農試内圃場で栽培されたベッチの葉から、ソラマメの茎葉に害をもたらすウイルスが検出された。
- 14) 農園を管理する農家からは、ベッチ茎葉の樹体への絡みつき、果樹園の管理作業能率を低下させる草量の多さ、土壤被覆による過湿がもたらすナメクジの発生、水分や養分の競合による出芽、開花、結実への影響等が指摘され、樹園地にあつては、雑草管理面だけでなく、果樹の生育や品質、病虫害に対する影響等も十分に考慮に入れた上で、ベッチの利用を図る必要性のあることが明らかになった。

キーワード：ヘアリーベッチ、アレロパシー、雑草管理、耕作放棄地、果樹園

【謝辞】

本試験で、場内圃場のみならず現地圃場での除草作業やベッチの播種作業、収穫、雑草調査等に加わって戴いた業務科職員の皆様方に対し深く感謝いたします。なお、現地試験を行うに当たって、快く土地を提供戴き、ベッチの栽培に御協力いただいた農家の皆様方、またベッチ播種後の詳細な観察や、果樹園での利用における注意点等を御指摘いただきました。香川県満濃分場長の大広悟氏並びに元高知県農技センター果樹試験場科長真鍋紀氏にお礼申し上げます。ベッチ葉中のウイルスの存在については、四国農試病虫害研究室の笹谷孝英研究員に、またベッチに発生したアブラムシの検定については、同病虫害研究室の小林秀治研究員の協力を得ました。ここに、改めて感謝の意を表します。

引用文献

- 1) Blevins, R. L., J. H. Herbeck and W. W. Frye (1990) : Legume cover crops as a nitrogen source for no-till corn and sorghum, *Agron. J.* **82**, 769-772.
- 2) Brinton, W. F (1989) : *Green Manuring : Principles and Practice of Natural Soil Improvement 3rd Edition*, Woods End Agricultural Institute, Inc, Mt. Vernon, Maine.
- 3) Bugg, R. L. and R. T. Ellis (1990) : Insects associated with cover crops in Massachusetts, *Biol. Agric. Hort.* **7**, 47-68.
- 4) Bugg, R. L., M. Sarrantonio, J. D. Dutcher and C. Phatak Sh (1991) : Understory cover crops in pecan orchards : Possible management systems, *Am. J. Altern. Agric.* **6**, 50-62.
- 5) Duke, J. A. (1981) : *Handbook of Legumes of World Economic Importance*, Plenum Press, New York.
- 6) Frye, W. W. and R. L. Blevins (1989) : Economically sustainable crop production with legume cover crops and conservation tillage, *J. Soil Water Conserv.* **44**, 57-60.
- 7) 藤井義晴 (1989) : 他感物質利用による雑草防除, *農業および園芸* **64**, 177-182.
- 8) 藤井義晴・渋谷知子・宇佐美洋三 (1991) : ムクナ (*Mucuna pruriens*) の栽培跡地における雑草発生状況と他感作用の関与, *雑草研究* **36**, 43-49.
- 9) 藤井義晴・安田 環・渋谷知子・米元志保 (1991) : 無影日長栽培法と階段栽培法によるムクナの他感作用の検証, *土肥誌* **62**, 258-264.
- 10) Fujii, Y., T. Shibuya and T. Yasuda (1991) : L-3, 4-Dihydroxy-phenylalanine as an allelochemical candidate from *Mucuna pruriens* (L.) DC. var. utilis, *Agric. Biol. Chem.* **55**, 617-618.
- 11) Fujii, Y., H. Inoue, S. Ono, K. Sato, B. A. Kahn and G. R. Waller (1995) : Screening of allelopathic cover crops and their application to abandoned fields, *Proceedings I(A) 15th Asian-Pacific Weed Science Society (APWSS) Conference* 305-310.
- 12) Hargrove, W. L. (1986) : Winter legumes as a nitrogen source for no-till grain sorghum, *Agron. J.* **78**, 70-80.
- 13) Holderbaum, J. F., A. M. Decker, J. J. Meisinger, F. R. Mulford, and L. R. Vough (1990) : Fall-seeded legume cover crops for no-tillage corn in the humid east, *Agron. J.* **82**, 117-124.
- 14) House, G. J. (1989) : No-tillage and legume cover cropping in corn agroecosystems : effects on soil arthropods, *Acta Phytopath. Entomol. Hungarica* **24**, 99-104.
- 15) House, G. J. and M. D. R. Alzugaray (1989) : Influence of cover cropping and no-tillage practices on community composition of soil arthropods in a North Carolina agroecosystem, *Environ. Entomol.* **18**, 302-307.
- 16) 木暮 稔 (1993) : そらまめ, *JSA香川ブックレット (香川)* 18-25.
- 17) 小谷 晃 (1988) : 集約傾斜地畑作における耕耘と耕地保全, 「耕耘作業の変遷と技術 開発の方向」 (総合農業叢書12号) 80-88.
- 18) Lambein, F. and R. Van Parijs (1970) : Isolation and characterization of 2-(β , D-glucopyranosyl)-4-alanyl - 3 - isoxazolin - 5 - one : A second UVsensitive heterocyclic α -amino acid from *Pisum sativum* L., *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **40**, 557-564.
- 19) Lambein, F. and R. Van Parijs (1974) : New isoxazolinone amino acids from *Lathyrus odoratus* seedlings, *Biochem. Biophys. Res. Commun.* **61**, 155-162.
- 20) Luna, J. M. and S. Rutherford (1989) : A minimum-tillage, no herbicide production system for transplanted vegetable crops using winter annual legume cover crops, *Special Publication of the Department of Entomology, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia.*
- 21) McCracken, D. V., S. J. Corak, M. S. Smith, W. W. Frye and R. L. Blevins (1989) : Residual effects of nitrogen fertilization and winter cover cropping on nitrogen availability, *Soil Sci. Soc. Am. J.* **53**, 1459-1464.
- 22) McVay, K. A., D. E. Radcliffe and W. L. Hargrove (1989) : Winter legume effects on soil properties and nitrogen fertilizer requirement, *Soil Sci. Soc. Am. J.* **53**, 1856-1862.
- 23) Murakoshi I., F. Ikegami, F. Kato, J. Haginiwa, F. Lambein, L. Van Rompuy and R. Van Parijs (1975)

- : Enzymic alanylation of an isoxazolin glucoside by legume seedling extract, *Phytochem.* 14, 1515-1517.
- 24) 西村修一・荒田 久・下浦晃嗣・齋藤幸雄 (1953) : ベッチとオートとの混ぜ播栽培に関する研究(第1報) 混ぜ播の割合及びチッソの施肥量について, 四国農試報 1, 23-39.
- 25) 西村修一・荒田 久・齋藤幸雄(1953) : 種子の浸水による発芽・生育障害についてレンゲ (*Astragalus sinicus*) とコモンベッチ (*Vicia sativa*) との比較, 四国農試報 1, 46-51.
- 26) Odriozola, E., E. Paloma, T. Lopez and C. Campero(1991) : An outbreak of *Vicia villosa* (hairy vetch) poisoning in grazing Aberdeen Angus bulls in Argentina, *Veter. Human Toxic.* 33, 278-280.
- 27) 笹谷孝英・岩崎真人・山本孝稀 (1993) : ソラマメより分離されたインゲンマメ黄斑モザイクウイルス (BYMV) の性状と栽培条件の違いが種子伝染率におよぼす影響, 四国植防 28, 15-22.
- 28) 笹谷孝英・岩崎真人・山本孝稀 (1994) : ソラマメより分離されたクローバ葉脈黄化ウイルス (CYVV) の性状, 四国植防 29, 7-15.
- 29) Schenk, S. U. and D. Werner (1991) : Beta-(3-isoxazolin-5-on-2yl)-alanine from *Pisum* : allelopathic properties and antimycotic bioassay, *Phytochem.* 30, 467-470.
- 30) Smith M.S. (1987) : Legume winter cover crops, *Adv. Soil Sci.* 7, 95-139.
- 31) Taylorson, R. B. and H. A. Borthwick (1969) : Light filtration by foliar canopies. Significance for light-controlled weed seed germination, *Weed Sci.* 17, 48-51.
- 32) Teasdale R. J. and C. S. T. Daughtry (1993) : Weed suppression by live and desiccated hairy vetch (*Vicia villosa*), *Weed Sci.* 41, 207-212.
- 33) Tomar, J. S., A. F. Mackenzie, G. R. Mehuys and I. Alli (1988) : Corn growth with foliar nitrogen, soil-applied nitrogen, and legume intercrops, *Agron. J.* 80, 802-807.
- 34) Wagger, M. G. and H. P. Denton (1989) : Influence of cover crop and wheel traffic on soil physical properties in continuous no-till corn, *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53, 1206-1210.
- 35) Wagger, M. G. (1989) : Time of desiccation effects on plant composition and subsequent nitrogen release from several winter annual cover crops, *Agron. J.* 81, 236-241.
- 36) Wagger, M. G. (1989) : Cover crop management and nitrogen rate in relation to growth and yield of no-till corn, *Agron. J.* 81, 533-538.
- 37) White, R. H., A. D. Worsham and U. Brum (1989) : Allelopathic potential of legume debris and aqueous extracts, *Weed Sci.* 37, 674-679.
- 38) 吉田 健 (1988) : 畑作における耕耘作業の多様化と技術的問題 1. 世界におけるミニマム・ティレージ研究の動向, 「耕耘作業の変遷と技術開発の方向」(総合農業叢書 12号), 50-65.
- 39) Zachariassen, J. A. and J. F. Power (1991) : Growth rate and water use by legume species at three soil temperatures, *Agron. J.* 83, 408-413.

Weed Control by Hairy Vetch (*Vicia villosa* LOTH.) in Shikoku Area —Vegetation Test and Field Survey in 1993 to 1997—

Yoshio HANANO, Yoshiharu FUJII, Kenji SATO, Seiko OSOZAWA and Shinsuke FUJIHARA

(Received ; August 8, 1997)

Summary

Hairy vetch (*Vicia villosa* LOTH.), a winter-annual legume, produces a viny vegetation with a large biomass, and has been widely used as green manure, forage, hay or silage in U. S. A. Due to its prostrate nature covering the soil surface, hairy vetch is also utilized for weed control as a useful understory cover plant in various orchards.

To confirm the suitability of this winter crop and to apply it over broad areas in Shikoku island, we carried out a vegetation test in the experimental field of Shikoku National Agricultural Experiment Station (SNAES) and a field survey using a variety of fields including orchards, abandoned paddy fields, fallow fields, and grasslands in 1993 to 1997. The results obtained from five-year field trials are as follows (Information supplied by the farmers, based on field questionnaire, is also outlines).

1) Due to the scant top growth of hairy vetch during cold weather, *Gramineae* or other weeds such as *Lamium amplexicaule* L. or *Capsella bursa-pastoris* Medik. dominated in winter. After March, however, hairy vetch showed rapid growth and produced a large biomass covering the total area of the upland field tested. The weed suppression effect of hairy vetch persisted until early July.

2) Biomass of hairy vetch harvested in May was the same as or higher than that of the other leguminous crops or winter cereals including white clover (*Trifolium repens* L.), crimson clover (*T. incarnatum* L.), oat (*Avena sativa* L.) or rye (*Secale cereale* L.).

3) Growth injury due to continuous cropping was not observed during 1993 to 1997. Plowing or tillage before and after sowing carried out to destroy the first flush of weeds and prepare the seed bed resulted in a satisfactory dry matter yield of hairy vetch with a maximum yield of 800 kg/10a.

4) When Italian ryegrass (*L. multiflorum* Lam.) or *Brassica* grew prior to hairy vetch in the last cool-season the growth of autumn-sown hairy vetch was markedly inhibited, and therefore brought about a remarkable flush of weeds in the spring.

5) Dry matter yield of hairy vetch increased by mixed cropping with gramineous grasses. In contrast, the yield of most of the cereal mixtures decreased compared with mono-cultivation.

6) Hairy vetch showed good growth also in abandoned paddy fields with a highly clayey moist soil, and was more effective in weed suppression and in biomass production than clover or Chinese milk vetch.

7) In rice cultivation, the effectiveness of hairy vetch plowed into the paddy fields as green manure was not as conspicuous as reported in corn or sorghum fields in U. S. A.

8) When hairy vetch was seeded on hilly land or orchards in the foot hill area, previous weeding using herbicide or mower was especially effective for obtaining better germination and stands of hairy vetch.

9) In most of the Shikoku area, hairy vetch started flowering from early to mid-May and produced mature seeds in June. Volunteer hairy vetch plants were more observed in fallow or infertile soil than in well-managed fertile fields.

10) Vegetation of hairy vetch in slope land fields significantly affected the community and biomass of weeds growing below the plot of this viny legume. Among the weeds, growth of *Compositae* such as *Sonchus oleraceus* L. or *Artemisia princeps* was severely suppressed by the above vegetation of hairy vetch on the slope, strongly suggesting the allelopathic action of hairy vetch.

11) Attack of shoot of hairy vetch by high densities of aphids (*Aphis gossypii*) was observed both in the experimental field of SNAES and abandoned paddy field of Zentsuji city from April through May in 1997. Above-ground parts of hairy vetch were seriously injured and killed by convergent aphids, but the damage did not spread over the field, possibly due to the subsequent occurrence of associated predatory insects, lady beetles.

12) Viruses (CYVV and BYMV), which cause mosaic symptoms and veinal necrosis on the shoot of broad bean (*Vicia faba*), were also detected from the leaves of hairy vetch grown in the experimental field of SNAES in May 1997.

13) Based on the four cool-season trials to test the weed suppressive effect of hairy vetch seeded in various orchards in Kagawa, Ehime and Kouchi Prefecture which are planted with persimmon, pear, Japanese orange, vine, or citron, it was confirmed that hairy vetch was the most promising understory cover crop for weed control in early season in slope land orchards in Shikoku island.

14) In spite of the usefulness of hairy vetch vegetation in the orchards described above, cooperative farmers, who replied to the field questionnaire, pointed out the following constraints in the practical use of hairy vetch.

1. A viny and struggling habit with a tendency to climb and cover the juvenile fruit trees.
2. Too abundant and trailing shoots that obstruct the work or standard management in orchards.
3. Occurrence of small mammals such as snakes, mice, rabbits or slugs harmful in pear garden.
4. Twisted dead shoots after late June, which scratched the soft peel of fruits such as citrus.
5. Competition for water and nutrients affecting the time of emergence of buds, flowering or ripening of fruits in the case of vine, pear or Japanese orange trees.

In conclusion, hairy vetch was found to be a highly adaptive winter crop growing in almost all the fields tested in Shikoku area, differing in land configuration or gradient, weather conditions, soil types, water content, previous vegetation, etc. The rapid growth observed from March through May and subsequent effective coverage with dead shoots indicated that the plant can be used for the suppression of weeds occurring from spring to early summer in Shikoku.

Biological weed control by hairy vetch without the use of herbicides should, therefore, be particularly recommended as a low cost, labor-saving, minimal field management system for fallow or abandoned paddy fields, whose occurrence has markedly increased in hilly and mountainous areas in Shikoku. In orchards, however, unfavorable effects of hairy vetch vegetation described above can not be ignored. Thus, based on the comments made by the cooperative farmers, special care should be taken for the practical use of hairy vetch as understory cover plant in various orchards.