

被覆作物や地被植物による雑草制御

—アレロパシーの役割に注目する—

四国農業試験場 藤井 義晴

(1) なぜ被覆作物のアレロパシーに注目するか

アレロパシー（他感作用）は、植物から放出される化学物質が他の生物に何らかの作用を及ぼす現象である。その阻害面を雑草制御に利用しようとする試みがある⁽¹⁴⁾。一般に、アレロパシーは他の競合因子である、光の競合、養分・水分の競合、物理的競合と区別しにくいことが多い。また、これらの競合に比べてアレロパシーの寄与は小さいという指摘もある。しかし、現実の雑草制御には、これらの競合因子も含めて総合的に活用すれば良く、他の競合因子が同じ場合、アレロパシーの寄与が重要になると考えるようになった。即ち、光・養分・アレロパシーの寄与を考慮した「抑草方程式」⁽²⁰⁾を考案した結果、アレロパシーが強い植物でも、生長速度や被覆力が強くないものは実際の雑草抑制力も弱い。従って、これらが揃った被覆作物の利用が最も実用的であると考えている。

被覆作物の効用は、光や養分の競合とアレロパシーによる雑草抑制以外にも、マメ科植物による窒素固定とイネ科植物による有機物・腐植の補給による地力維持増進、化学肥料の節約、植物の根による土壌の団粒化促進によって機械耕作の節約、被覆力による土壌の流亡（エロージョン）防止、微細気象の改善、旱魃の防止などの効果がある。一方、被覆作物と似たものと

して、地被植物（グラウンドカバープランツ）がある。これらは草丈の低い植物で地表を覆いつくす性質があり、美しい花や葉を期待して庭園・公園や緑地に植えるものであるが、同時に雑草抑制の効果も持っている。

これらの被覆作物・地被植物を利用して、雑草を抑制し、傾斜地・法面の崩壊を防ぎ、水を保持することによって洪水を防止し、害虫や病気に強く主要作物の病虫害を減らし、耕作放棄地や休耕地を守り、美しい花を楽しみ、非常時には食糧としても役立つような技術を開発することを理想としている。

(2) 被覆作物のアレロパシーに至る研究

著者らの研究は、1) アレロパシーの識別・検定手法、とくに寒天培地を用いて、いろいろな植物のアレロパシー活性を比較できる「プラントボックス法」を開発したこと。2) これらのアレロパシー識別・検定法を用いていろいろな植物を検索し、ムクナという熱帯産の被覆植物のアレロパシーを研究し、作用物質ドーパを同定したこと⁽¹⁾。3) この関連植物であるが、秋播きで日本の環境により適したヘアリーベッチという植物のアレロパシーを研究し、これを具体的に耕作放棄地や休耕地、果樹園の下草管理に用いる方法を提案していることなどがあ
る⁽¹⁵⁾。1994年9月にインドで国際アレロパシー

学会が設立された。この時、著者は「マメ科の被覆作物のアレロパシーを利用した持続型農業の確立」という題で基調講演を行った⁽⁷⁾。

以下に研究の概説と被覆作物による雑草防除に至る経緯について紹介する。

アレロパシーの作用経路には、揮発性物質、根からしみ出す物質、葉から出る物質、落葉や残渣の分解物を介した経路に大別される。そこで、まず最初、植物から放出される揮発性物質の研究を行った。そして環境中の揮発性物質を捕集する技術を応用して、生きている植物から放出される物質を同定する方法を開発した。その後、実際の農業に役立つように圃場試験によるアレロパシーの識別手法の開発と、実験室内での寒天培地を用いたアレロパシーの証明法の開発を行った。

具体的には、アレロパシーの生育阻害面を利用した雑草防除に絞って研究してきた。研究が進展したのは、現象を教えて下さった方々のお陰である。例えば、マメ科植物「ムクナ」に関する研究は、ブラジル在住の日系人学者で、当時筑波大学客員教授として日本に来ておられた宮坂四郎先生から教わったものである。また、現在最も有望と考えている「ヘアリーベッチ」は、元々、ムクナの近縁種で日本の気候に合ったものとして研究を始めたが、その雑草抑制作用については堆肥作りの専門家である伊藤進さん、岐阜県農業改良普及所の棚橋さん、種苗会社の研究者の方などから教わり、何人かの協力農家の方に播いていただいて実証していただいたお陰である。実験室でアレロパシーを検査する「プラントボックス法」という方法を開発して、いろいろな植物のアレロパシー能を比較検定する一方で、現場での現象をこれらと結びつけることで研究が順調に進んだと考えている。

(3) 被覆作物とは

植木・松中⁽²⁾は雑草防除の手段を、生態的方法、草刈り機などによる機械的方法、除草剤などによる化学的方法、昆虫などによる生物的方法、焼土などによる物理的方法に大別し、生態的方法の中に、耕うん、輪作、栽植方法等とともに、被覆作物や敷草、敷わら、ビニールマルチによる方法を差けている。そして、被覆作物を、「初期生育がすみやかで、開帳性で茎葉の広がりが大きく、草丈が高くなる作物、いわゆる被覆作物を利用し、その遮へい力によって雑草を抑制する方法もある。たとえば、アルファルファ、ソルガム、スイートクローバー、ソバ、タナネ、キビ、ソラマメあるいはヒマワリなど」と紹介している。草丈が低くて匍匐性の植物の中にも地表面の被覆力が大きい優れた被覆作物があり、「草丈が高くなる作物」のみを被覆作物であると考えるのは賛成できないが、その他は被覆作物の特性をよく説明している。また、「雑草を制するに雑草をもってする」方法を、今後注目に値する新規な方法とし、米国カリフォルニア州の水路で背の高くなる水生雑草を、小型雑草のマツバイによる被覆で抑制する方法や、水田で広葉のコナギ、藻類、ウキクサによって水田雑草を防除する可能性に触れている。後に、マツバイによる大型水生雑草の抑制にはアレロパシーが関与しているとの報告が出された。また、クローバー、ダイズ、ヒマワリなどカバークロップの栽培を行って休耕田の発生雑草を防除する方法を提案しているのは先見性がある。著者の被覆作物の研究もこれにヒントを得たものである。

被覆作物は英語ではカバークロップ (cover crop) に相当するが、「The Concise Oxford Dictionary, New ed. p.236」

によれば cover crop は、〔grown for protection or enrichment of soil〕と説明され、「ランダムハウス英和大辞典, p. 590」では、カバークロップを〔間作: 冬などに肥料が流出したり土壌が浸食されたり雑草がはびこったりするのを防ぐために植える植物; クローバーなどマメ科植物が多い。〕と記載している。欧米では被覆作物が、主として土壌侵食防止、雑草抑制、緑肥効果を目的に栽培されていることを示している。

前田和美⁽³⁾は、混作を「同一耕地における一作物の作付けが年内に完結することを前提として、複数の作物が同時に栽培されること(狭義の混作)」とし、間作を「複数の作物が種類ごとにある一定の幅と数のうねに分けて栽培される方式が間作で、これを広義の混作に含める」と明快に定義している。前田先生は口頭で著者に被覆作物を意味する言葉としてライブマルチ(live mulch)と教示されたことがある。

江原薫⁽⁴⁾は、被覆作物を cover crop とし、その定義を「土壌を被覆するに役立つ作物は、特にその目的に栽培された与否とにかかわらず被覆作物である。しかし一般に言えば、被覆作物の言葉の意味には、土壌の侵食を防ぎ土壌中に有機物を加えて土壌改良に役立つことが含まれていて、被覆作物は即ち土壌保護作物である」と表現している。そして、被覆作物の利用による利益として、(1)雨の流量を減じ水分を保持する。(2)土壌の甚だしい侵食を防ぐ。(3)土壌中に有機物を加えて耕土を改良する。(4)可給態の植物養分の損失を防ぐ。とくに硝酸態窒素。(5)土壌中に鋤き込んだ場合に、有機酸あるいは他の化合物を形成して無機質植物養分の遊離に役立つ。(6)晩秋、冬期及び早春に放牧地として利用出来る。(7)新しくつくられたテラス等を保

護する。(8)他作物の収量を増加する。(9)土壌の水分吸収力及び水分浸透力を増加する、を挙げている。そして、被覆作物として、耕地ではクローバ類、ベッチ類、スモースブROOM、ライ、ハギ類、ライグラス、オーチャードグラス、チモシー、小麦及びエンバク等が利用され、果樹園でもルーピン、ベッチ、セラデラ等がアメリカ及びヨーロッパで用いられていると紹介し、日本でも桑園間作にベッチ、青刈大豆あるいはソラマメ等を被覆作物として栽培すると紹介している。昔は被覆作物の栽培が盛んであった。

川井一之⁽⁵⁾は「被覆作物または密生作物」を、土壌保全作物の項で説明し、「茎や葉がよく密生・繁茂して、地面を低く被覆する性質。これによって降雨の打撃による雨撃侵食を防いで軽くするばかりでなく、茎が密生しているために、流去水の速度を減じ土壌をろ過して、流去水量と土壌流亡量を少なくする。このように茎葉が密生・繁茂する作物を被覆作物または密生作物という」と定義している。そして、マメ科の赤クローバ、白クローバ、ラジノクローバ、クリムソンクローバ、アルファルファ、コモンベッチ、ヘアリーベッチ、ルーピン、ヤハズソウ、クズなど、イネ科ではオーチャードグラス、チモシー、スーダングラス、イタリアンライグラス、ラググラス、ケンタッキーブルグラス、ケンタッキー31フェスク、レッドトップなど、その他にチャ、クワ、コウゾ、チョマ、ハッカ、コンニャク、ラッカセイ、サツマイモなどが土壌保全性の被覆作物であるとしている。また、草生栽培を、「牧草その他の密生作物の植生によって、傾斜地に畑面や法面を被覆して雨食を抑制する方法を草生法といい、これを取り入れた栽培法を草生栽培という。草生化のために導入した密生作物を被覆作物という」としている。

そして、被覆作物と緑肥作物は作物の種類が同じものもあるが、その利用目的において異なっており、被覆作物として用いられる場合は、畑面の被覆による土壌流亡の防止が主目的であり、緑肥作物は、たんに新鮮有機物のすき込みによる地力増進を目的として栽培される場合をいうと定義している。

被覆作物による雑草防除に関し、川島良一⁽⁶⁾は「雑草と作物の競争」に関するラデマッハーの研究を紹介し、作物の種類、立毛の高さによって遮蔽の強さ・範囲の異なること、たとえばタイマは地表面からかなりの高さまで被覆の範囲が変化せず、しかも地表面全体を覆うので、雑草に対する優れた被覆作物であり、陸稲畑に比べてサツマイモ・ダイズ畑に雑草発生が少ないのも、これらが初期から葉の繁茂が盛んで、

遮蔽力が大きいためであるとしている。

このように、被覆作物によって雑草抑制が可能なのは、古くから知られていた。しかし、その要因は専ら光の遮蔽によるものとされてきた。著者らはこれらの要因以外に、アレロパシーの寄与もあるのではないかと考え、研究を進めている。まだ開始したばかりであるが、その経緯を以下に紹介する。

(4) 被覆作物のアレロパシーに関する研究

これまでの研究を総括して、「被覆作物のアレロパシー」の研究に絞ろうと考えている。これまでに、わが国や世界各地で栽培される代表的な作物や雑草の根から出る物質、樹木の葉から出る物質のアレロパシー活性を検定し、アレロパシー候補植物を検索して来た。これまでに

表-1 雑草制御に役立つ可能性のある被覆作物★や地被植物☆

植 物 名	学 名	科	草丈 (cm)	花 期	特 徴
★ヘアリーベッチ	<i>Vicia villosa</i>	マメ科	～50	5～6月	開花後自然に枯れしきわら状になる
★ムクナ	<i>Mucuna pruriens</i>	マメ科	50～80 (矮性種)	9～11月	Ｌ－ドーパを含む 夏期に密に被覆する
★ヤムビーン	<i>Pachyrhizus erosus</i>	マメ科	30～60	9～10月	ロテノンを含む 塊根は無毒で食用
★ナタマメ	<i>Canavalia ensiformis</i>	マメ科	～60 (矮性種)	8～9月	カナバニンを含む
★スイートクローバ	<i>Melilotus albus</i>	マメ科	100～300	7～12月	クマリンを含む 多年生 病害虫抵抗性強し
☆ヒガンバナ	<i>Lycoris radiata</i>	ヒガンバナ科	30～50	9月下旬 多年生	鱗茎に有毒アルカロイドとデンプンを含む
☆シバザクラ	<i>Phlox subulata</i>	ハナシノブ科	5～10 匍匐性	4～5月 多年生	細かく分枝する
☆バーベナ・テネラ	<i>Verbena tenera</i>	クマツヅラ科	15～30 匍匐性	初夏～秋 多年生	耐寒性あり やや木本性
☆マツバギク	<i>Lampranthus spectabilis</i>	ツルナ科	10～20	4～6月 多年生	多肉質で乾燥に強い
☆マツバボタン	<i>Portulaca grandiflora</i>	スベリヒユ科	5～15 匍匐性	7～8月	多肉性 乾燥と暑さに強い
☆アジュガ	<i>Ajuga reptans</i> (syn. <i>Ajuga reptans</i>)	シソ科	10～20 匍匐性	5～6月 多年生	乾燥や寒さに強い 寒さに強い

選抜条件 (1)雑草を抑制する。侵入させない。(2)農作業の邪魔にならない。(3)安価で管理に手間がかからない。
(4)病害虫の住処にならない。(5)美しい花が咲くか、薬草・香草。(6)窒素固定など地力を増す。

約400種、品種・系統を含めると1,500種類の植物を対象に検定して来た。その結果、薬用植物等に、極めて活性の強いものがあることが判明した。これまでの検定の結果、活性が強いものの一部を表-1にまとめた。これらの中でアレロパシー活性の強い植物を実際に農業に役立てようとするときアレロパシーの要因以外に、その植物の持つ生育速度や被覆力の強さとの組み合わせが重要であることを、「抑草方程式」

を提案して説明しようとしている⁽²⁰⁾(表-2)。現在のところ、アレロパシー活性に、被覆力や生長速度も考慮して、目的とする植物や雑草にのみマイルドに作用し、かつマメ科で窒素肥料節約効果があるものや、イネ科で土壌有機物補給効果・地力増進効果の高いものが最適であると考えている。すなわち、緑肥を起源とする被覆作物の利用が最も重要であると考えている。このような作物は、雑草抑制以外にも、化学肥

表-2 抑草方程式と圃場試験へのあてはめ

抑草方程式

$$F = A \times R \times C \times \alpha$$

F: 抑草因子(雑草を抑制する%), $F=W$ となるようにしたい。

W: 実際に圃場における雑草抑制率(%)

A: アレロパシー活性, 寄与率を最大5とする。

R: 生長速度, 主に養水分競合を代表する。寄与率を最大10とする。

C: 被覆力, 主に光の競合を代表する。寄与率を最大20とする。

α : 上記以外の因子, 例えば, 多年生の因子を入れる。

抑草方程式の圃場試験へのあてはめ

被 覆 作 物 名	A	R	C	F	W *1
春播き植物の場合					
<i>Calopogonium mucunoides</i> (カロポゴニオ)	3	8	20	48	50
<i>Crotalaria juncea</i> (Sunn Hemp, タロタラリア・ジュンシア)	2	4	10	8	2
<i>Mucuna pruriens</i> var. <i>ulilis</i> (ムクナ)	5	8	15	60	60
<i>Vigna angularis</i> (アズキ)	3	7	15	32	41
<i>Vigna radiata</i> (Mung Bean, リョクトウ)	2	5	5	5	2
<i>Panicum maximum</i> (Guinea Grass, ギニアグラス)	3	10	20	60	83
<i>Panicum miliaceum</i> (Millet, キビ)	4	5	15	30	44
<i>Setaria italica</i> (Foxtail Millet, アワ)	5	5	10	25	16
<i>Amaranthus tricolor</i> (ケイトウ)	2	10	15	30	21
<i>Celosia argentea</i> (ノゲイトウ)	3	10	20	60	85
<i>Chenopodium album</i> (アカザ)	3	10	20	60	85
<i>Corchorus olitorius</i> (タイワンツナソ)	3	8	18	43	46
<i>Gossypium barbadense</i> (Cotton, ワタ)	2	8	15	24	35
<i>Helianthus annuus</i> (Sunflower, ヒマワリ)	3	10	20	60	85
秋播き植物の場合					
<i>Allium fistulosum</i> (Welsh Onion, ネギ)	1	2	5	1	0
<i>Astragalus sinicus</i> (Chinese Milk Vetch, レンゲ)	2	9	20	36	36
<i>Vicia villosa</i> (Hairy Vetch, ヘアリーベッチ)	5	10	20	100	98
<i>Avena saliva</i> (Oat, エンバク)	5	10	20	100	99
<i>Lolium perenne</i> (Perennial Ryegrass, ホソムギ)	2	8	20	32	64
<i>Secale cereale</i> (Rye, ライムギ)	5	10	20	100	99
<i>Brassica napus</i> (Rape, ナタネ)	4	10	20	80	97

* 1 無除草区に対する%, 香川県普通寺市, 四国農試内の圃場(灰色低地土)

* 2 下線はF因子から見て活性の強いもの。

料の節約と地力増進効果、土壌のエロージョンの防止、土壌水分の保持や微細気象環境の改善効果もあるので、生態系調和型・持続型農業の推進上有用な技術になると考えている。

(5) ヘアリーベッチ (*Vicia villosa*) を用いた耕作放棄地、果樹園などの雑草管理

平成4年から、四国農試において、秋播きのマメ科牧草であるヘアリーベッチに絞り、とくに耕作放棄地や果樹園の被覆作物として雑草防除に利用することを目的に研究を進めている。背景としては、全国の中山間地で耕作放棄地や休耕地が増加し、とくに中国・四国地域では顕著であり、約10%で耕作が放棄され、更に増加する傾向にあること、そのため被覆植物の持つアレロパシー機能を利用して、最少の労力と費用で雑草制御、土壌保全を行い、数年後に再び耕地として復元できる技術の開発を行うことを目標にしている。ヘアリーベッチを選択したのは、実験室の試験で根や葉から放出される物質によるアレロパシー効果が顕著であり、現地圃場でも雑草抑制作用が強いこと、緑肥効果と土壌保全効果も期待できる上、牧草としての長い経験があり、安全性が高いからである。以下にこれまでの試験の一部を紹介する^(8,12,13,15,19)。

現地圃場試験として、満濃町と丸亀市に前歴が水田の試験地各10a、仲南町に前歴が傾斜地の牧草地5aでヘアリーベッチを10aあたり5kg播種した。

四国農試内の圃場では、①播種量を2倍～4倍量まで変えて最適量を調べる試験、②水田跡地でレンゲとベッチの効果を比較する試験、③土壌水分の高い圃場におけるベッチの生育試験、④土壌温度や水分等の微細気象に及ぼす効

果などを調査した。

満濃町・丸亀市の水田跡地、及び仲南町の牧草地跡地にヘアリーベッチを播種する現地試験を行った結果、6月の刈取時のベッチの乾物重は約500～700kg/10aで、雑草抑制効果は98～100%とほぼ完全に抑制していた。その後平均気温が30℃になる6月中旬～7月に枯れて自然に敷きわら状になった後、徐々に雑草が発生し、7月中旬の雑草抑制効果は80～90%になり、10月には、セイタカアワダチソウなどキク科雑草はほとんど発生しなかったがメヒシバなどイネ科雑草が発生した。

四国農試内の傾斜地、水田跡地、畑跡地で、10月～11月に播種したベッチの生育は良好で、雑草抑制率は5月下旬～6月上旬刈取時には80～100%でほぼ完全に抑制した。しかし刈取調査後残渣を除去した跡には雑草が発生した。残渣のアレロパシーによる阻害はほとんどないことが分かった。7月に地上部が枯死し、敷わら状態になった後も雑草を抑制し続けるが、これは専ら光の遮蔽によるものであり、風等でギャップ空間ができると、そこから雑草が発生する。

農試構内圃場でベッチの播種量を4倍まで増加したが、最終収量と雑草抑制効果には差がなかった。標準播種量で10a当たりの種子代金は約2,000円から3,000円である⁽¹⁵⁾。

農家のカキ園にヘアリーベッチを播種して雑草管理する試験を行った結果、秋の播種で除草剤や草刈りを年4回から1回に減らすことが出来た。この方法はすでに、岐阜県南部平坦地の富有柿産地の9割に普及している⁽¹⁹⁾。

ヘアリーベッチによる耕作放棄地の管理法と留意点を表-3にまとめた。

表-3 ヘアリーベッチの被覆による雑草の管理法

-
- ①〔播種法〕 10月～11月に、10アールあたり3～4kgを散播する。手播きで10アールあたり約30分で播くことができる。春播きは雑草抑制効果が期待できない。軽く覆土すると発芽が良いが、しなくても雨が降れば発芽する。播種時に雑草が多いときは、除草してから播種した方がよい。
- ②〔種子〕 1kgあたりの種子代金は700円前後、各種苗会社で販売。
- ③〔生育〕 5月～6月に開花、最盛期の自然草丈は50cm程度。その後7月上旬頃までに自然に枯れて敷きわら状になる。10アールあたり約2トンの生草量となる。種子は不稔が多く雑草化しにくい。
- ④〔緑肥価値〕 10アールあたり10～15kgの窒素を付加する。
- ⑤〔注意〕 葉先がつるになり枝や支柱にからまる。ただし軟弱なので容易に外せる。イネ科植物への他感作用は少ない。被覆で抑制。
-

(6) 今後の展開

ヘアリーベッチは春先の雑草をほぼ完全に抑制することが現地でも確認されたが、夏～秋の雑草抑制が不十分で、秋に一回除草する必要がある場合がある。そこで、これを補うためアレロパシーの検定で活性が高い春播き植物で、実際にブラジルや東南アジアなどで用いられている緑肥作物を検討している。例えば、カロボゴニオ、ネットイクズ、タチナタマメ、スタイロサンセス、クズイモ（ヤムビーン、アヒパ）などが有望と考えている。そして、今後の研究方向を、以下の点に絞ろうと考えている。

- (1) 耕作放棄地・休耕地・林地や果樹園の雑草管理：これに適したものとして、前述のヘアリーベッチが適しているが、その他に、春播きの被覆作物として、ムクナ、カロボゴニオ、スタイロサンセスなどマメ科被覆作物、あるいはイネ科との混植も有望と思われる^(12,15)。
- (2) 畦畔・法面の雑草管理に花のきれいな地被植物の利用：現在、アジュガ、マツバギク、

リュウノヒゲ、シバザクラ、ヘデラなどが各地の農業改良普及センター等で検討され、北海道ではコテングクワガタが篤農家によって畦畔の雑草抑制に利用され、ニュースになっている。四国学院大学の高橋道彦先生らの研究されたヒガンバナのアレロパシーも重要である⁽¹¹⁾。ヒガンバナは、かつて農民が畦畔をネズミやモグラから守り、雑草を抑制するために積極的に植えたものであろうという説は興味深い。また、岡山大学の沖陽子先生らの雑草からの被覆作物の検索も興味深い。ツルニチニチソウ、ダイコンドラなどの有望植物を見いだされている⁽¹⁰⁾。これらのアレロパシーを調べて、畦畔等の雑草管理に活用する方向は有望であると考え、研究を開始している⁽¹⁶⁾。

- (3) 法面や傾斜地の雑草管理：タケ・ササ類、シバや在来の野菜類の利用が考えられる。とくに、下草が少ないといわれるタケ・ササ類の落葉のアレロパシー活性を検定している⁽⁹⁾。
- (4) 雑穀などの在来作物の再評価：アズキ、アワ、キビ、ソバなどの雑穀のアレロパシーに関する研究を開始している。これらの雑穀類は除草剤の普及以前のきびしい農業環境で雑草に強い性質を持っていた可能性が高い。アワ、キビなどにプラントボックス法で強い阻害活性を見いだしているため、これらの雑穀を被覆作物として利用できないか検討している^(17,18)。

(7) さ い こ に

今後の日本の農業においても、被覆作物や地被植物の利用は重要であると考えている。その効用は、雑草抑制以外にも、地力増進、土壌の

流亡防止, 旱魃の防止, 景観の形成, 環境の美化などがあり, 省力・省エネルギーで行える利点がある。古い歴史を持つ混植技術や地被植物に学び, そのアレロパシー面を解明して, 国土や環境の保全や持続型農業に役立てたい。

参 考 文 献

- (1) 藤井義晴: アレロパシー検定法の確立とムクナに含まれる作用物質 L-DOPA の機能, 農業環境技術研究報告 10, 115-218 (1994).
- (2) 植木邦和・松中昭一: 「雑草防除大要」, 養賢堂 1980 p. 72, 75-76, 84, 176.
- (3) 前田和美: 「マメと人間—その一万年の歴史—」古今書院 1987 p. 277.
- (4) 江原 薫: 「飼料作物学」上巻, 養賢堂 1960 (訂正第6版) p. 22-28.
- (5) 川井一之: 「農学大事典」, 養賢堂 1977 (訂正追補版) p. 401-406.
- (6) 川島良一: 「農学大事典」, 養賢堂 1977 (訂正追補版) p. 299.
- (7) Fujii, Y. and G. R. Waller: Allelopathy of Cover Crops and their Application to Sustainable Agriculture, Abstracts International Symposium "Allelopathy in Sustainable Agriculture, Forestry and Environment" pp. 158-159 (1994).
- (8) 藤井義晴・小野信一・佐藤健次: 秋播緑肥作物による雑草の抑制と Plant Box 法の検定結果との関係—特にヘアリーベッチ, ムギ類を中心として—, 雑草研究 39 (別) 258-259 (1994).
- (9) 藤井義晴・小林由佳: ササ・タケ落葉の他感作用—80種類の落葉の溶脱物質の Sandwich 法による検定, 雑草研究 39 (別) 94-95 (1994).
- (10) 沖 陽子: 被覆植物として雑草を利用する試み, 日本雑草学会中国・四国研究会会報 7 18-27 (1994).
- (11) 高橋道彦: 畦畔, 法面におけるヒガンバナのアレロパシー, 日本雑草学会中国・四国研究会会報 6, 22-34 (1993).
- (12) 藤井義晴・余田康郎・小野信一: アレロパシー活性の高い緑肥作物を利用した雑草防除—実用性の高い植物種の検索とヘアリーベッチ等有望植物の圃場試験—, 雑草研究 38 (別) 144-145 (1993).
- (13) 藤井義晴・渋谷知子: ヘアリーベッチ (*Vicia villosa*) のアレロパシー活性の評価と圃場における雑草抑制—, 雑草研究 37 (別) 160-161 (1992).
- (14) 藤井義晴: 他感物質利用による雑草防除, 農業および園芸 64, 177-182 (1989).
- (15) 藤井義晴: ヘアリーベッチの他感作用による雑草の制御—休耕地・耕作放置地や果樹園への利用—, 農業技術 50 (5) 199-204 (1995).
- (16) 国方一郎・高橋道彦・藤井義晴: 畦畔や休耕地管理のための被覆用植物の選抜—アレロパシー活性の高い草花・葉草類の選抜—, 雑草研究 40 (別), 208-209 (1995).
- (17) 藤井義晴・中西建夫: 四国地域で収集した雑穀類および四国地域に導入可能なマメ類の他感作用のプラントボックス法による検定, 日本作物学会四国支部紀事 31, 18-19 (1994).
- (18) 藤井義晴・河瀬真琴: ユーラシア各地から収集したアワ (*Setaria italica*) 系統の他感作用のプラントボックス法による検定, 日本作物学会四国支部紀事 31, 20-21 (1994).
- (19) 藤井義晴・佐藤健次・棚橋武治: ヘアリーベッチを用いたカキ園の雑草管理, 雑草研究 40 (別), 110-111 (1995).
- (20) 藤井義晴: アレロパシー活性と他の競合因子を含む抑草方程式—その提案と圃場試験結果との整合性—, 雑草研究 40 (別), 212-213 (1995).