

## アカクローバーの忌地現象と忌地発現物質

誌名	農業技術
ISSN	03888479
巻/号	262
掲載ページ	p. 76-79
発行年月	1971年2月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波事務所  
Tsukuba Office, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat



株について活着調査をした結果は、株当り活着率 94~100%、苗本数当り活着率 80~94% であった。このように活着が良好であったのは、移植時の苗の損傷が少なかったこと、さらに、移植期が 6 月で温度に恵まれたのが原因であろう。

しかし、既往の試験結果によれば、マット苗は気象条件が悪い場合には、活着が不良になることが報告されているので<sup>3), 4), 5)</sup>、寒冷地におけるマット苗の活着性については作物と機械の面から早急に検討し、対策を明らかにする必要がある。

(2) 活着後の生育はきわめて順調であった。出穂期は 9 月 15 日、移植期が適期より 15 日おそいため、登熟がおくられて青米が多かったが、玄米収量は 10 a 当り 410 kg 程度であった。

### 3. おわりに

供試した田植機の作業性能は、過去 3 カ年間実施した動力 2 条用田植機の性能<sup>3), 4)</sup>からみて比較的良好で、今

後の改良結果によっては、近年のうちに実用化の段階に達することが考えられるが、高い作業能率に対応するためには大量の健苗が確実に得られる大型育苗施設と育苗技術、大型トラクタによる田植機に適した整地法の確立を急がねばならない。また、導入利用にあたっては、水田の基盤整備が今までにもまして重要となる。

なお、田植機の多条化については、他社においても開発研究が進められつつあり、今後の発展が期待される。

(全購連北海道講習所)

### (引用文献)

- 1) 北海道農務部：農業改良指導参考事項，昭和 45。
- 2) 日農機協主催：天童市における水稲機械化一貫体系研究会資料，昭 45。
- 3) 北大，中央農試・全購連ホクレン：田植機の作業性能に関する試験成績，昭 43。
- 4) 北大，中央農試・全購連ホクレン：田植機の作業性能に関する試験成績，昭 44。
- 5) 上川農試水稲栽培科：昭和 44 年度試験成績など

## アカクローバーの忌地現象と忌地発現物質

熊 井 清 雄

### はじめに

アカクローバー (*Trifolium pratense* L., 以下 RC) はシロクローバー (*Trifolium repense* L.) やアルファルファ (*Medicago sativa* L.) とともに、マメ科牧草のなかで、特に重要な牧草である。しかし、RC は関東以南の平坦暖地では越夏性に欠ける結果、播種翌年の夏までしか利用できないほか、連作すると忌地を生じることがあり、これらが RC の栽培普及を阻む原因となっている。RC の栽培歴の長い欧米においては、古くから忌地現象が認められ、これを clover sickness と称している。また、連作害の原因として、線虫や *Fusarium solani* 等の土壌中の生物に起因する場合と病害虫以外で原因が不明である場合とを区別し、後者をとくに true clover sickness と呼んでいる。この忌地現象は気候および土壌条件によって出現の様相が異なり、RC を連作しても、忌地を生じない場合がままあり、ここに研究のむずかしさがある。いったん、忌地を生じると、忌地の解消には 7 年以上を要する<sup>1)</sup>とされ、代替作物としてアルサイククローバ (*Trifolium hybridum* L.) が有望であるとされている。なお、牧草類の中には、RC の他にブroom グラス<sup>2)</sup>にも忌地現象が認められている。

筆者は RC の忌地現象とその原因究明について、1958 年から試験<sup>3)</sup>を行っていたが、忌地物質究明の段階に

達した 1968 年から東大、農学部、農芸化学科の田村研究室に研究を移し、そこで RC の忌地原因物質が単離、同定<sup>4, 5)</sup>され、本問題について一応の解決をみたので、その概要を紹介する。

### 1. 忌地症状

前作がライ麦の圃場と RC 生育跡地とに RC を播種して、忌地症状と 2, 3 の生理的特性について調査した。

病徴は本葉が 3 枚でた時期、いわゆる、離乳期から生育が減退し、生育日数が進むにつれて、対照の RC より生育差が著しく大きくなった。全体の感じとしては矮小、葉色は暗緑色を呈し、葉辺部と葉柄部にアントシアニンが認められる。また、黒点病によると思われる小黒点が葉辺部に多く点在することが多い。一方、根は伸びが悪く、しかも分岐根が少なく、根色は正常の白色に対し、土色を示した。また、根粒菌の着生数が少なく、かつ、大きさも小さい。圃場では RC が坪状に消滅し、いちじるしく生育収量に悪影響を及ぼすが、軽症のまままで越冬した場合には、正常なものに劣らずよく生育した。

これらの結果から、本病は根の機能不全による生長阻害と考えられたので、TTC (2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride) 反応による根の活力測定ならびにデービスの呼吸計により、根の呼吸量を測定した結果、両区の間で顕著な差を認めた。例えば、連作区の RC の根の呼

吸作用は対照区に対し1/2, 呼吸量は1/4, にそれぞれ低下した。土壌分析を行なった結果, 三要素およびカルシウムの各含有率ともに連作区がまさっており, RCの忌地症は無機養分に起因するものとは考えがたく, その他の未知の原因にもとづく根の機能低下によるものと考えられた。

2. アカクローバーの水耕廃液の影響

RCの忌地の原因として, 根からの分泌物, あるいは根の剝離物中に忌地をおこす物質が存在し, RCの生育を阻害したのではなからうかと考え, RC, ラジノクローバー(以下LC)およびオーチャードグラス(*Dactylis glomerata* L., 以下OG)の水耕廃液をもちいて, RCを水耕し, 生育阻害物質の存在の有無を検討した。

第1表 水耕廃液がRC生育に及ぼす影響

処理別	生重 g/pot	指数 %
OG廃液区	41.2	100
LC廃液区	38.2	93
RC廃液区	17.0	41
LSD.5%	9.6	—

実験方法は前記3草種を1週間水耕した後, 水耕廃液を回収し, N/10のNaOHでpH, 過酸化水素を加えてEhを調整した後, 水耕培養液を添加して, RCを水耕した。その結果を第1表に示した。3種の廃液による生育は, OG>LC>RCの順であり, 統計的にもRC廃液区におけるRCの生育は劣った。以上の結果から, RC廃液中にはRCの生育を阻害する物質が存在するものと考えられ, 恐らく, 本物質は根からの分泌物の排出, あるいは枯死した根から生長阻害物質が浸出したものと推定された。

3. アカクローバー抽出液の影響

RCの体成分中に忌地の原因物質が存在することを想定して実験を行なった。RCとOGの新鮮物をホモジナイザーで破碎し, 濾過, 遠心分離し, 残渣を除いた濾液を用いて, 発芽試験を行なった。発芽試験にさきだつて, 実験液の浸透圧を2気圧に調整し, 濾紙をしいた蓋付シャーレを用いて, RCの発芽を検討したが, RC浸出液区, OG浸出液区および蒸留水の対照区との間に有意差がなかった。次にRCとOGの風乾物を粉碎した試料に対し, 20倍量の80%エチルアルコールを加え, とくどき振とうしながら20時間抽出を行な

第2表 抽出液がRCの発芽ならびに種子根長に及ぼす影響

処理区	浸透圧 (気圧)	発芽率 %	指数 %	種子根長 mm
RC抽出液区(2)	46	58	6	6
OG抽出液区(2)	79	100	23	23
RC抽出液区(4)	13	21	5	5
OG抽出液区(4)	61	100	11	11
LSD 1%	8	—	—	—

った。濾過後, さらにアルコールを回収してえられた抽出液を用いて実験を行なった。第2表に抽出液がRCの発芽におよぼす影響をかけた。この結果からOG抽出液に対して, RC抽出液区はRCの発芽率と

第3表 RCのアルコール抽出液が数種の飼料作物の発芽に及ぼす影響

作物名	処理別	発芽率
シオー (C.O.)	RC抽出液	74%
	OG抽出液	87%
ライムギ	RC抽出液	81%
	OG抽出液	76%
ラジノクローバー	RC抽出液	20%
	OG抽出液	81%
コモンベッチ	RC抽出液	91%
	OG抽出液	88%

注) 浸透圧は2気圧に調整した。

種子根の伸びに対して, 悪影響を与え, 高濃度の場合に抑制作用はいちじるしかった。また, シオー, ライムギ, ラジノクローバー, およびコモンベッチについて発芽試験を行なったが, コモンベッチ, ライムギではRC抽出液区の方が発芽率が高い。一方, シオー, ラジノクローバーはRC抽出液区において, 発芽率が低く, 特にラジノクローバーの発芽を著しく害した。この結果はRC抽出液に対する作物間の感受性

第4表 RCのアルコール抽出液がRCの生育に及ぼす影響

処理別	地上部生重 g/pot	地下部生重 g/pot
RC少量添加区	74	172
OG少量添加区	110	209
RC多量添加区	47	86
OG多量添加区	64	150

注) 少量添加区は0.5~1.0ml, 多量区は10~15mlを水耕液に加えた。水耕液は1週間ごとに更新, 5,000分の1 aポット使用。

(susceptibility)の差と考えられ, RCと近縁のLCの発芽率が抑制されたのに反し, ライムギにおいてはむしろ発芽が促されるのは興味

深い。つぎに, RCおよびOGのアルコール抽出液を用いて, RCの生育におよぼす影響について水耕実験を行なった。その結果, RC抽出液添加区は処理後2週目から生育が遅延し, 根の発達が悪く, 抽出液の添加量が多い区は生育が劣った。以上の結果から, RCの体成分中にはRCの発芽ならびに生長を阻害する物質が存在することが推定された。この生長阻害物質の影響は作物間によって差のあることが認められ, 特に, RCに対する阻害作用が顕著である点は重要である。

第5表 土壌分析の結果

処理別	total-N %	可溶性磷酸 ppm	りん酸吸収係数
0~10cm区	0.28	39	1,211
10~20cm区	0.24	17	615
20~30cm区	0.20	13	825
対照区	0.28	37	665

4. 土壌中の忌地物質の所在

土壤中の忌地物質の存在を明らかにする目的で、RCの栽培跡地の土を地表から0cm~10cm, 10~20, 20~30cmの各深度別に採取し、a/2,000のワグナー

第6表 RC栽培跡地がRCの生育に及ぼす影響

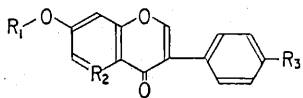
処理別	全生重 g/pot	生存株数 本/pot
0~10cm区	105(43)	7
10~20cm区	199(82)	8
20~30cm区	217(87)	10
対照区	248(100)	10

ポットに土をつめ、RCを播種して生育を検討した。対照区はイタリアンライグラスの栽培跡の土(0~15cm)を用いた。つぎに試験結果であるが、第5表に供試土壤の土壤分析結果を、第6表に生育の結果を示した。

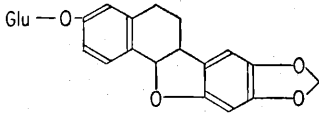
忌地をおこす土壤は耕土の大部分を占める0~10cmの層であった。この層は土壤の分析結果からも明らかなように最も肥沃であり、忌地の原因は肥料養分以外のものと考えられる。忌地を生じる原因が地表近くにあることから、混層耕や天地返しも忌地対策の1つとして考えられ、別におこなったペントナイトを加用した結果でも、忌地軽減する効果が認められた。これは恐らく生長阻害物質が稀釈されたり、あるいはペントナイトに吸着され、その結果土壤溶液中における生長阻害物質の濃度が低くなるために忌地症が消失したのと考えられる。表土において忌地がはげしく発現するのは、根群が多く分布し、根の分泌物や枯死した根の分解によって、生長阻害物質が集積すること、刈取りや枯死によって植物遺体が土の表面に堆積し、土の表層近くで分解され、RCの生長阻害物質が活性化する2つの過程が同時に進むためと思われる。

第7表 生長阻害物質の化学構造

化学物質名	残 基		
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
I biochanin A	H	OH	OCH <sub>3</sub>
II biochanin A-7-glucoside	glucose	OH	OCH <sub>3</sub>
III 5-malonylbiochanin A-7-glucoside	glucose	OCOCH <sub>2</sub> COOH	OCH <sub>3</sub>
IV genistein	H	OH	OH
V ononin	glucose	H	OCH <sub>3</sub>
VI daidzein	H	H	OH
VII daidzein-7-glucoside	glucose	H	OH
VIII formononetin	H	H	OCH <sub>3</sub>



IX trifolirhizin



5. 忌地物質の究明

東京大学の田村教授を中心として忌地物質の究明<sup>4,5)</sup>が進み、RC抽出物からRC生長阻害物質が単離同定<sup>4)</sup>された。さらにバイオアッセイにより忌地物質が確認<sup>5)</sup>され、ここに忌地研究の終止符がうたれた。そのあらましを紹介すると以下のとおりである。

RCの地上部風乾物をアルコールで抽出し、種々の化学的操作により、生育阻害物質として biochanin A(I), biochanin A-7-glucoside(II), 5-malonylbiochanin A-7-glucoside(III), genistein(IV), ononin(V), daidzein(VI), daidzein-7-glucoside(VII), formononetin(VIII) および trifolirhizin(IX) の以上9化合物を単離した。これらのうち、IIとIIIは文献未知の新化合物である。とくにIIIは malonyl 残基を含むイソフラボンという点で興味のある化合物であるとされている。さらに、根部につい

第8表 RCとOGの葉中のイソフラボン類および trifolirhizin の濃度

化合物	乾燥葉中の含量 r/g		
	RC	LC	OG
Daidzein	58	3	1
Formononetin	1,750	15	10
Genistein	44	1	12
Biochanin A	1,157	0.5	3
Trifolirhizin	484	0.5	0
Total	3,493	20	26

てペーパークロマトグラフィーを行なったところ、生長阻害物質は地上部のそれより、やや高濃度に含まれていた。ここでえられた生育阻害物質はRCに特有の成分ではなく、他の植物にも含有しているが、第8表に示すようにRCの含量がいちじるしく高かった。このことからRCの忌地の発現過程はかなり明瞭に推定できる。事実、RCの水耕液中にはIおよびVIIIの存在が確認されている。つぎにイソフラボン類を添加して発芽試験を行なったところ、前述した発芽試験と同様な結果が認められた。すなわち、RCの発芽を50%阻害する時のイソフラボン類の濃度は約50ppmであるのに対し、シロクロパーでは300ppm、アルサイクロパーでは700ppmの濃度を要した。

さらに、忌地土壤を抽出したところ、上記のイソフラボン類は検出できなかったが、イソフラボン類の分解物と考えられる p-methoxy-benzoic acid, p-hydroxybenzoic acid, 2, 4-dihydroxybenzoic acid, 2, 6-dihydroxybenzoic acid, resorcinol などが単離された。イソフラボン類を酸性からアルカリ性水溶液中に室温で放置すると、数週間でこれら酸性分解物が生成することが確認さ

れている。またこれらの分解物はRC栽培跡地に多く、また阻害作用も100ppmで発芽率が50%阻害した。これにくらべて、シロクロパー、アルサイクロパーなどに対しては数分の1の活性しかもっていなかった。

以上の事実から、RCの忌地の発現機構はRCに特異的に含有量の高いイソフラボン類が植物遺体、あるいは根から土壤中に移行集積し、土壤中で benzoic acid 誘導体およびフェノール類へと分解し、しだいに土壤中に蓄積し、homogeneous allelopathy をおこすものと思われ、とくにRCの感受性の高さが忌地発現に大きく関係している。

最後に本試験の結果、忌地のような複雑な現象が、化学的側面から説明できたことは、画期的なことと考えら

れ、今後、他分野、特に化学者との共同研究が円滑に行なわれるならば、忌地物質の究明はいっそう進むものと思われる。また、このような物質的基礎の上にたたずして、忌地問題に対する栽培技術上の真の解決はありえないものと考えられる。

(草地試験場牧草部)

#### (引用文献)

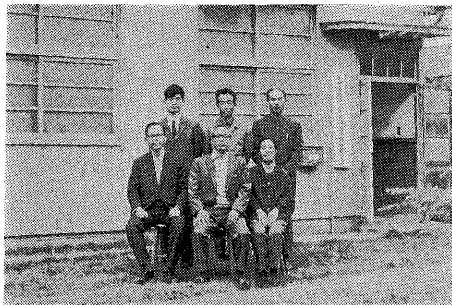
- 1) 江原薫：飼料作物学上巻，養賢堂(1950)
- 2) H.M. Benedict Jour. Amer. Soc Agron., 33, 1108 (1941)
- 3) 熊井清雄：植物の化学調節，1, 179(1966)
- 3) S. Tamura, Ching-Fun Chang, A. Suzuki and S. Kumai Agric. Bic. chem., 33, 391(1969)
- 5) Chang-Fun Chang, A. Suzuki, S. Kumai and S. Tamura, Agric Bio chem., 33, 398(1969)

### 千葉県農業試験場落花生育種試験地

両国か千葉駅で総武線銚子行に乗り、旧畑田藩の佐倉城跡を左土丘の上に見て、国際空港建設地へ通ずる成田線との分岐点を過ぎると、線路はしだいに台地への登り勾配となる。坂の中腹駅が南酒々井、次の無人の榎戸駅を過ぎると、視界が急に開けて広大な畑作台地が眼に入ってくる。

ここは千葉県の代表的畑作地帯の一部で、夏は落花生を中心に西瓜・ショウガ・サトイモ畑が続き、冬は一眸の麦畑である。したがって季節によっては、畑に積んだおびただしい数の落花生や麦のポッチ（にお積み）が独自の景観を呈している。

遠景に町の屋並みが見えはじめると、右手に県販購連の4層の落花生剥実工場、左手に農産物集産地を象徴するいかめしい



上段の左から石田氏，神崎氏，石井氏，下列左から亀倉氏，竹内氏，中崎氏。

大谷石造りの倉庫群が目に入るとともに列車は八街駅に停車する。はじめての人は広漠たる畑作や、南酒々井(ミナミシスイ)八街(ヤチマタ)と難読駅の連続に面くらう。

ここ八街町を中心とする広大な畑作地帯は旧幕時代は佐倉藩軍馬放牧場であった。幕府崩潰後士族に対する授産事業として入植開こんされたのである。そしてこの開拓地の適作物の1つとして導入されたのが落花生であり、特に戦後落花生の生産・流通加工を中心に町は急速に発展した。町の中心より道中の広い舗装道路が真直ぐ四通八達している。町の中心部に櫛のうっそうたる旧大地主の邸宅が残っているのも新開地の特徴か。

街道の一本を南へ約4kmいくと、落花生畑の真中に単一研究室の小じんまりとした、この落花生育種研究室がある。

試験地は始めからここにあったのではない。昭和22年三重県に設置された落花生育種指定試験が昭和30年千葉県へ移管された。当時県の苦しい財政事情からか、自前の試験圃場や施設はなく、お不動様で名高い成田市の県経営伝習農場の一すみに不自由な間借りをした。指定試験の移管に期待していた主産各町村の生産者代表達はこのような試験地の現状を見かねて、昭和33年試験圃場借地の幹旋を行ない、その一すみに本館（木造27坪）を新築して寄附し、現在地（八街町）へ誘致した。

その後県費によって収納舎・堆肥舎・系統乾燥小屋を年次を経て増設し、最低限の施設は整った。さらに昭和43年には落花生加工業者の全国団体より建築費の一部として100万円の寄附を受け、世短用温室も完成した。このように事業開始以来、地元生産者や全国加工業者らの大きな期待がうかがえるのである。

現在職員は技師4名，農業助手2名（補助定数4名），臨時人夫若干名である。

昭和42年熊本農試に西日本を対象とした指定試験が設置されるまでは、全国の栽培地帯を対象として育種を行なってきた。わが国では落花生は搾油原料としてではなく、主としていり豆・バターピーナッツに、一部は豆菓子原料に用いられるので、大粒のバージニアタイプ品種の栽培が大部分である。小粒種は茨城県北部・熊本・宮崎県で栽培されるにすぎない。育種も多収・良質・風味良好な大粒種の育成が主目標である。

関東は大粒種栽培の北限で、最大の主産地である。連作栽培が多いので、耐病虫性や早生化・安定多収化が望まれる。東海地方は沿岸砂土地帯向きの耐旱性品種が、また九州では莖葉の徒長や空莢・腐敗莢の多発が問題のようである。

当研究室はこれまでに中間型・多収・良質のアズマハンダチとテコナを育成し、前者は埼玉・静岡県に後者は千葉県に導入されている。しかし今後は大型機械化栽培向多収・良質品種や、野菜類とのローテーションに組み入れる多肥向品種の育成も望まれよう。また最近落花生においてもフィルムマルチの効果が認められ、増収技術としてのほか、実用栽培の北進が期待され、数年来岩手県でかなりの成果が得られている。

〈試験地の人たち その13〉