

水稻乳苗に対する除草剤の 薬害症状の特徴と差異

香川県農業試験場 藤田 究

1. はじめに

平成7年よりミニマム・アクセスの受け入れによる外国産米の輸入が始まり、また新食糧法が施行されて米の産地間競争の激化が予想される等、米を取り巻く情勢は大きく変わりつつある。このような状況の中で、米の生産コストの低減は、今まで以上に重要かつ緊急の課題となってきた。そこで、稲作の低コスト化技術の一つとして、育苗に要する労力、時間、場所などを低減する乳苗移植栽培法が開発され、実用化されつつある。しかしこの栽培法については、これまでの試験研究によって全体的な栽培技術は確立されたが、稚苗移植栽培に比べると不安定あるいは不明な点が残されており、その一つとして、除草剤による薬害の発生があげられる。

乳苗とは、草丈7～8 cm程度、葉齢2.5前後（不完全葉を第1葉とする、以下同様）の苗であり、西南暖地では育苗日数7日間程度で育

成できる^{7, 9)}。乳苗の育苗方法は、図-1に示したように、電熱育苗器および緑化台車でのみ行われ、硬化は行われない。これに対して稚苗は、育苗日数20日間程度、葉齢3.3程度で硬化も十分に行われている。移植時の苗の外観を写真-1に示した。乳苗と稚苗は形態的にも生理的にもかなり異なる⁸⁾ため、乳苗と稚苗では、除草剤に対する感受性についても異なるものと考えられる。



写真-1 移植時の稚苗と乳苗の外観

左：稚苗（播種21日後）、右：乳苗（播種7日後）

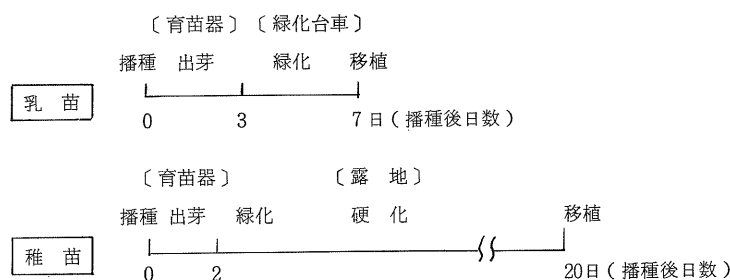


図-1 乳苗と稚苗の育苗方法の比較

表-1 本研究に供試した除草剤名とその有効成分

供試薬剤(試験名)	有効成分とその含有率
G-315乳	オキサジアゾン12%
G-315B乳	オキサジアゾン8%, ブタクロール12%
MO-338粒	CNP9%
BM-3015粒	ベンチオカーブ7%, CNP6%
ブタクロール粒	ブタクロール2.5%
CG-113粒	プレチラクロール2%
NTN-801粒	メフェナセット4%
SW-751粒	ピラゾレート10%
MS-256粒	ブタクロール2.5%, ピラゾレート6%
CG-SW①D粒	プレチラクロール1.5%, ピラゾレート6%, ジメタメトリン0.2%
TSM-612フロアブル	ピリブチカルブ5.7%, ベンゾフェナップ12%, プロモブチド10%
DPX-84M①粒	ベンスルフロンメチル0.17%, ジメピペレート10%
KUH-883①粒	ベンスルフロンメチル0.17%, ベンチオカーブ5%, メフェナセット1%
DPX-84TD①粒	ベンスルフロンメチル0.17%, メフェナセット3.5%, ダイムロン1.5%
NC-311粒	ピラゾスルフロンエチル0.07%
NC-311SC粒	ピラゾスルフロンエチル0.07%, エスプロカルブ7%
NC-311T粒	ピラゾスルフロンエチル0.07%, メフェナセット3.5%
NC-329粒	ピラゾスルフロンエチル0.07%, プレチラクロール1.5%, エスプロカルブ5%, ジメタメトリン0.2%

そこで、一般的に使用されている水田用の土壌処理型除草剤が水稻乳苗の生育に及ぼす影響や薬害の特徴について、稚苗の場合と比較しながら概説したい。

なお、本研究における圃場試験は「香川農試圃場(砂壤土、減水深約0.5cm/日)」で行ない、ポット試験も農試圃場の土を使用した。供試した除草剤名およびその有効成分を表-1に示した。処理薬量は使用基準どおりとした(但し、1992年のポット試験は33%増量)。

2. 除草剤の種類と薬害

現在、一般的に使われている土壌処理型除草剤による水稻の薬害症状は、大別すると褐変症状と生育抑制がある。

まず、褐変症状については、主な除草剤としてはオキサジアゾン剤やCNP剤があげられる。本剤処理後は、葉の褐変症状が現われ、稚苗では下葉の葉鞘のみに発現したが、乳苗ではより強く発現し、草丈が短いために水面下になった



写真-2 CNPによる薬害発生状況(褐変と流れ葉)

左: 乳苗, 右: 稚苗(処理12日後)

新葉や分けつにまで褐変化して流れ葉となり、その後の生育が遅延した(写真-2)。

次に、生育抑制は、草丈の伸長抑制や分けつの形成抑制、葉齢の遅延等の生育量の減少を示す。このような除草剤には、蛋白質合成阻害剤であるプレチラクロールやブタクロール、メフェナセット剤等があるが、症状が著しい場合は葉身や葉鞘の伸長が著しく抑制され、矮化様症状を呈する。また、ベンスルフロンメチルや

表-2 主な水稻用除草剤が乳苗および稚苗の生育に及ぼす影響と薬害

(1992年)²⁾

供 試 薬 剤	苗 の 種 類	7/17		生育抑制株率% (7/8)	薬 害 程 度 (7/18)	薬 害 症 状
		草 丈	茎 数			
G-315乳	乳	96	66	—	中	褐 変
	稚	98	100	—	無	
G-315B乳	乳	94	66	—	中	褐 変
	稚	100	95	—	無	
SW-751粒(比)	乳	(31.8)	(15.1)	—	無	—
	稚	(35.8)	(19.3)	—	無	
BM-3015粒	乳	97	80	5	微	褐変・生育抑制
	稚	100	98	0	極 微	
MS-256粒	乳	97	82	16	微 ~ 小	生育抑制
	稚	99	93	1	微	
CG-SW①D粒	乳	96	74	23	中	生育抑制
	稚	95	94	0	微	
TSM-612フロアブル	乳	102	97	0	無	—
	稚	101	101	0	無	
DPX-84M①粒	乳	92	95	0	小	生育抑制
	稚	97	92	0	微	
KUH-883①粒	乳	89	86	31	中	生育抑制
	稚	94	92	0	小	
DPX-84TD①粒	乳	95	81	25	小 ~ 中	生育抑制
	稚	97	97	0	微	
NC-311T粒	乳	91	62	51	大	生育抑制
	稚	99	96	1	微	
NC-311SC粒	乳	87	48	74	大	生育抑制
	稚	96	94	1	微	
SW-751粒(比)	乳	(31.4)	(16.9)	0	無	—
	稚	(33.5)	(17.0)	0	無	

注) 乳苗は6日苗, 稚苗は20日苗とし, 6月24日に本田に機械移植した。

草丈, 茎数の数字はSW-751粒剤対比%であり, SW-751粒区のカッコ内の数字は実数値であり, 草丈はcm, 茎数は1株当たり本数を示す。生育抑制株率は, 株毎に見た生育抑制程度が小(達観)以上の発現割合とした。薬害の程度は達観による評価で無, 極微, 微, 小, 中, 大の6段階とした。

ピラゾスルフロンエチル剤等のスルホニルウレア系除草剤では葉身や葉鞘の伸長抑制に加え, 細葉症状が特徴的である。

これらの除草剤による生育抑制の程度は, 乳

苗では稚苗より大きくなる傾向があり, 矮化様症状を呈する生育抑制株もより多く観察され, 生体重の減少も大きかった(表-2, 図-2)^{2,6)}。

さらに根部においても, 除草剤処理によって根

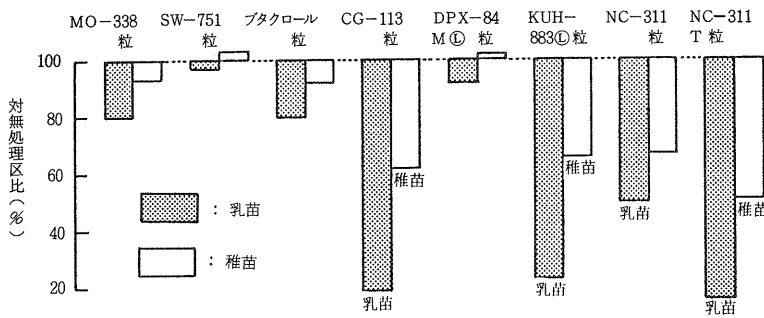


図-2 除草剤が水稻乳苗および稚苗の生体重に及ぼす影響 (1992年)⁶⁾

注) 乳苗は7日苗, 稚苗は21日苗とし, 6月25日に1/5,000 a ワグネルポットに3本/ポットを植付深度1cmで手植した。移植21日後の生体重の対無処理区比%を示し, *, **はそれぞれ5%, 1%水準で無処理区と有意差があることを示す。

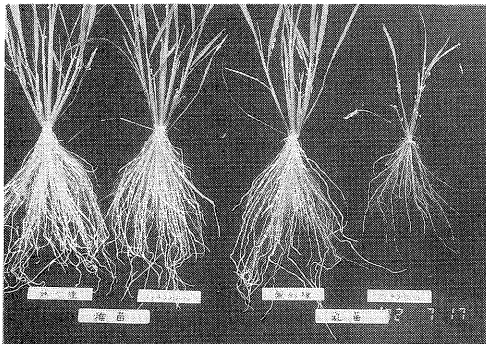


写真-3 CG-113粒剤区

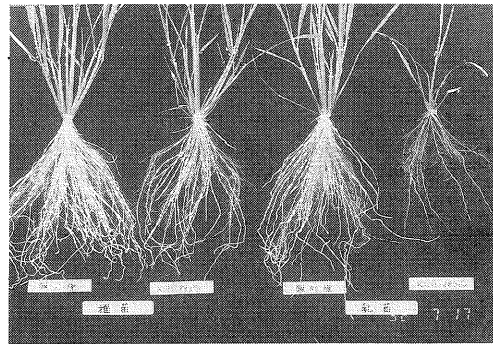


写真-4 KUH-883①粒剤区



写真-5 DPX-84 M①粒剤区

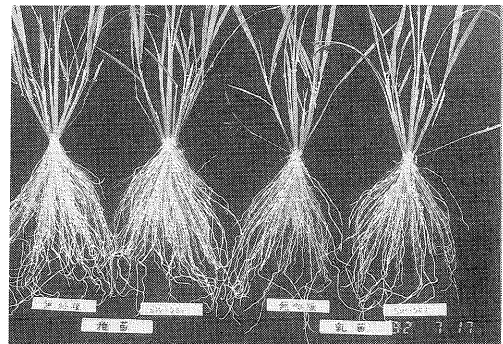


写真-6 SW-751粒剤区

写真-3～6 移植21日後における水稻株の除草剤処理区と無処理区との比較 (1992年)

- 注1) 左より稚苗-無処理, 稚苗-処理, 乳苗-無処理, 乳苗-処理
2) 試験方法は図-2と同じ。

群の形成に影響を及ぼしており, その影響は稚苗より乳苗の方が大きかった (写真-3, 4)。また, 各冠根について見た場合にも種々の形態

異常根が発現し, その発現率は稚苗より乳苗の方が高かった (表-3)⁶⁾。しかし, 薬害軽減効果のあるジメピペレートを組み合わせたDPX

表-3 除草剤処理による水稻の形態異常根の形成率

(1992年)⁶⁾

供試薬剤	苗の種類	主 茎				分 げ つ				株当りの 全形態異常 根形成率
		伸長 停止根	伸長 抑制根	基部い びつ根	計	伸長 停止根	伸長 抑制根	基部い びつ根	計	
SW-751粒	乳	0	3	0	3	0	0	0	0	2
	稚	0	1	0	1	0	0	0	0	0
ブタクロール粒	乳	7	2	54	63	0	0	7	7	48
	稚	1	2	34	37	0	1	9	10	24
CG-113粒	乳	18	16	29	61	0	16	0	16	46
	稚	5	8	31	45	3	1	3	7	28
DPX-84M①粒	乳	3	1	0	4	0	0	0	0	2
	稚	0	1	0	1	0	0	0	0	0
KUH-883①粒	乳	22	22	0	45	4	29	0	33	41
	稚	4	9	0	13	0	9	0	9	11
NC-311粒	乳	9	18	0	27	0	2	0	2	18
	稚	2	12	0	13	0	0	0	0	6
NC-311T粒	乳	11	12	33	56	9	7	13	28	50
	稚	1	4	0	4	0	1	1	3	4

注) 試験方法は図-2と同様であり、移植21日後に掘取り、固定・保存後に調査した。数字は、1株当りの形成率%を示した(移植前に伸長していた根及び2mm以下の出根中の根は除外した)。「伸長停止根」は2cm以下で伸長が停止した根、「伸長抑制根」は2cmより長く、正常根の半分以下に伸長が抑制されている根、「基部いびつ根」は冠根長はほぼ正常で基部がいびつに変形している根とした。

-84M①粒剤¹⁾区では、乳苗の薬害は比較的軽微であった(写真-5)。また、葉緑素生成阻害剤であるピラゾレート剤では薬害症状はほとんどなかった(写真-6)が、稀に白化症状が現れることがあった。同じく葉緑素生成阻害のベンゾフェナップ剤では乳苗は稚苗よりも白化症状の発現が大きかった事例がある。

このように、乳苗と稚苗との間には除草剤に対する感受性に差異があり、乳苗の方が除草剤の影響を受けやすいといえる。しかし、除草剤の種類によってその程度はかなり異なることが認められており、乳苗移植栽培では薬害面で安全性の高い除草剤の選定が必要であると考える。

3. 除草剤の処理時期と薬害

除草剤の処理時期の晩限は雑草を枯殺する葉齢限界の時期として設定されているが、早限は薬害面から見て安全と考えられる時期であり、処理時期が早いほど薬害が発生しやすい傾向がある。

そこで、香川県における除草剤使用基準の早限及び晩限(ノビエの殺草葉齢限界)の2時期として試験した結果を表-4に示した³⁾。処理早限区において、生育抑制の程度は稚苗より乳苗の方が大きく現れる傾向があったが、処理時期を遅くすることによって、その程度が小さくなることが認められた。

このことから、乳苗移植栽培では、前述した除草剤の選定とあわせて、薬害面から見た除草

表-4 除草剤の処理時期の違いと薬害

(1993年)³⁾

供試薬剤	処理時期	苗の種類	7/15		薬害程度 (7/16)
			草丈	茎数	
BM-3015粒	+3	乳	89	62	小～中
		稚	93	97	微
	ノビエ1.5L	乳	95	75	小
		稚	95	89	微
MS-256粒	+3	乳	95	75	小
		稚	98	94	微
	ノビエ1.5L	乳	96	104	極微
		稚	98	98	無～微
KUH-883㊟粒	+5	乳	98	89	小
		稚	96	94	極微～微
	ノビエ2L	乳	100	106	微～小
		稚	99	102	微
NC-311T粒	+5	乳	93	83	小
		稚	98	100	微
	ノビエ2.5L	乳	99	118	微
		稚	97	103	極微～微
SW-751粒(比)	+3	乳	(28.8)	(9.7)	無
		稚	(31.3)	(13.0)	無

注) 乳苗は7日苗, 稚苗は21日苗とし, 6月24日に本田に機械移植した。
表中の数字および薬害程度は表-1と同じ。

られる。

そこで, 手植で植付深度を1cmと3cmに変えてポット試験を行った結果, 乳苗, 稚苗共に浅植より深植の方が除草剤処理による生育抑制程度が明らかに小さいことが認められた(表-5)⁵⁾。しかし, 圃場において田植機を用い, 2cm前後のやや浅植と3～4cmのやや深植で試験を行った結果では, 深植の方が浅植よりやや生育抑制が小さくなる傾向が認められたが, 深植しても薬害が浅植と同等の区もあった

剤の処理早限を設定する必要があると考える。

(表-6)⁵⁾。

4. 乳苗の植付深度と薬害

水田用の土壌処理型除草剤は, 雑草の幼芽や幼根部から吸収・移行して殺草効果を発現するものが多く, これらの除草剤による水稻の薬害は主に根部から吸収することによって発生する。したがって, 水稻苗の植付深度が浅かったり, 植付精度の不良(根の露出等)によって薬害が引き起こされやすい。特に乳苗では草丈が短いため, 浅植となりやすい傾向があり, また根のマット形成が不十分なため, 植付精度も低下しやすく, 薬害発生の可能性が高いと考え

このように, 除草剤による乳苗の薬害程度は, 手植で正確な深植をするとかなり小さくなったが, 圃場の機械植では深植しても小さくならない区もあり, 植付精度の不良が問題と考えられた。したがって, 実際の乳苗移植栽培では植付精度の向上もあわせて検討していく必要があると考えられる。

5. 乳苗の育苗日数と薬害

乳苗の移植栽培は, 普及が始まった段階であるので, その育苗日数としてはまだ定まったものはないが, 寒地や早期栽培では10日程度, 暖

表-5 植付深度の違いと薬害

(ポット試験, 1994年)⁵⁾

供試薬剤	苗の種類	植付深度	7/13			乾物重 7/20
			草丈	茎数	薬害程度	
CG-113粒	乳	1 cm	93	88	微	88
		3 cm	93	93	極微	95
	稚	1 cm	96	87	極微	89
		3 cm	102	101	無	107
KUH-883①粒	乳	1 cm	89	78	微～小	79
		3 cm	97	95	極微～微	92
	稚	1 cm	96	99	極微～微	96
		3 cm	100	106	無～極微	105
無処理	乳	1 cm	(35.3)	(8.1)	—	(3.3)
		3 cm	(33.7)	(7.0)	—	(3.2)
	稚	1 cm	(35.2)	(8.7)	—	(3.4)
		3 cm	(33.3)	(7.3)	—	(3.4)

注) 乳苗は7日苗, 稚苗は21日苗とし, 6月24日に1/5,000 a ワグネルポットに3本/ポットを手植した。草丈および茎数は無処理区の対比%であり, カッコ内は実数値であり, 草丈はcm, 茎数は1株当り本数, 乾物重は1個体当りg数(根部を含む)を示す。薬害程度は遠観による評価で個体別に行い, 無, 極微, 微, 小, 中, 大の6段階とした。

地では7日程度の試験例が多い⁷⁾。

ここでは, 暖地の普通期栽培(6月中下旬田植)ということで, 7日苗を基準とし, これより育苗日数が少ない4日苗と育苗日数が多い11日苗について検討した。その結果を表-7に示した⁴⁾。

各薬剤の薬害としては, MO-338粒剤処理では, 褐変症状が見られ, 育苗日数の少ない乳苗ほどその程度が大きかったが, 稚苗では小さかった。これ以外の除草剤については, 生育抑制が認められたが, その程度も育苗日数が少ない乳苗ほど大きい傾向があり, 稚苗では比較的小さかった。

6. ま と め

本研究に供試した除草剤を含め, 多くの土壌処理型除草剤は, 移植した水稻苗と雑草との齡や生長点の位置の違いに基づいて選択性を発現す

る¹⁰⁾。このことから考えると, 乳苗の葉齡が稚苗に比べて約1葉若いことや植付精度の不良は, 除草剤の選択性の低下につながり, 薬害症状が大きくなったものと推察される。

また, 乳苗の育苗は, 苗丈を確保するため, 電熱育苗器により出芽日数を長く(32℃, 3日間)して徒長させ, その後も緑化台車の中だけで緑化を行い, 戸外での硬化が全く行われない。このため, 乳苗が除草剤の影響を受けやすいのは, 硬化が進んでいない葉身や葉鞘からの除草剤の吸収量が多いものと推察される。さらに, 褐変の薬害症状を示す除草剤では, 乳苗は草丈が短いため, 稚苗に比べて水田水への浸漬面積の割合が高くなって症状が大きくなったものと考えられる。

したがって, 乳苗移植栽培における除草剤の使用については, 薬害面でより安全性の高い除草剤の選定, あるいは処理時期の再検討等が必

表-6 植付深度の違いと薬害

(圃場試験, 1994年)⁵⁾

供試薬剤	処理時期	苗の種類	植付深度	7/19		薬害程度 (7/22)
				草丈	茎数	
CG-113粒	+4	乳	浅	95	82	微 ~ 小
			深	103	104	極微 ~ 微
		稚	浅	101	100	極微
DPX-84M①粒剤	+5	乳	浅	98	94	極微
			深	97	91	極微
		稚	浅	100	98	無 ~ 極微
KUH-883①粒剤	+5	乳	浅	95	70	小
			深	96	73	小
		稚	浅	96	90	微
NC-329粒剤	+5	乳	浅	94	59	中
			深	94	65	中
		稚	浅	97	86	小
NTN-801粒剤	+5	乳	浅	92	72	微 ~ 小
			深	102	100	極微 ~ 微
		稚	浅	99	102	極微
SW-751粒(比)	+3	乳	浅	(37.0)	(29.1)	無
			深	(36.1)	(25.1)	無
		稚	浅	(40.6)	(30.4)	無

注) 乳苗は7日苗, 稚苗は20日苗とし, 6月23日に本田に機械移植した。

浅植は 1.8 ± 0.4 (平均値 $\pm$ 標準偏差) cm, 深植は 3.4 ± 0.7 cmであった。

表中の数字および薬害程度は, 表-1と同じ。

要であると考えられる。また, 育苗日数や硬化程度を変える等, 除草剤の影響を受けにくい育苗法の検討や植付深度の確保, 植付精度の向上等といった移植作業面からの改善も必要であろう。

引用文献

- 1) 藤田 究・芝山秀次郎. 1988. 数種除草剤が水稻に及ぼす形態的影響とジメピペレート薬害軽減効果. 第1報 ベンスルフロンメチルとそのジメピペレート混合剤の形態的影響と苗の植付深度, 雑草研究 **33** (4): 278-284.
- 2) 藤田 究・井之川育篤・森 芳史・石井清文. 1994. 水稻乳苗に対する種々の除草剤の適用性 1. 生育に及ぼす影響の稚苗との比較, 雑草研究 **38** 別: 196-197.
- 3) 藤田 究・井口 工・森 芳史・本田雄一・片山哲治. 1994. 水稻乳苗に対する種々の除草剤の適用性 2. 処理時期の違いが生育に及ぼす影響, 雑草研究 **39** 別: 106-107.

表-7 乳苗の育苗日数の違いと薬害

(1993年)⁴⁾

供試薬剤	処理時期	苗の種類	7/14		乾物重 (7/26)	薬害 (7/9)
			草丈	茎数		
MO-338粒	+1	4日苗	93	85	79	微～小
		7日苗	91	77	83	微
		11日苗	95	94	91	微
		稚苗	96	101	99	極微
CG-113粒	+3	4日苗	79	51	57	小～中
		7日苗	69	51	58	小～中
		11日苗	87	76	77	小
		稚苗	84	82	76	微
NTN-801粒	+3	4日苗	71	56	55	小～中
		7日苗	67	58	64	小
		11日苗	77	52	69	小
		稚苗	83	98	84	極微～微
NC-311粒	+5	4日苗	82	78	55	微
		7日苗	90	92	87	極微
		11日苗	96	97	93	極微
		稚苗	92	111	94	無～極微
無処理	-	4日苗	(34.5)	(4.6)	(3.4)	-
		7日苗	(37.1)	(5.2)	(3.6)	-
		11日苗	(35.6)	(4.3)	(3.3)	-
		稚苗	(36.4)	(4.1)	(3.4)	-

注) 6月25日に1/5,000 a ワグネルポットに3本/ポットを植付深度1cmで手植した。表中の数字および薬害程度は、表-4と同じ。なお、薬害症状はMO-338粒剤では褐変、その他の剤では生育抑制であった。

- 4) 藤田 究・井口 工・森 芳史・本田雄一・片山哲治. 1994. 水稻乳苗に対する種々の除草剤の適用性 3. 育苗日数の違いが生育に及ぼす影響, 雑草研究 39 別: 108-109.
- 5) 藤田 究・井口 工・森 芳史・片山哲治. 1995. 水稻乳苗に対する種々の除草剤の適用性 4. 植付深度の違いが生育に及ぼす影響, 雑草研究 40 別: 16-17.
- 6) 藤田 究. 1996. 水稻乳苗の生育に及ぼす数種土壌処理型除草剤の影響, 雑草研究 41 (1): 44-54.
- 7) 姫田正美. 1991. 水稻の低コスト技術‘乳苗移植栽培’—その技術開発の現状と問題点—, 植調 25 (5): 205-213.
- 8) 星川清親. 1990. 超低コスト・多収 乳苗稲作の誕生(乳苗, その特質と育苗技術), 富民協会, 東京: 67-93.
- 9) 上村幸正. 1991. 西南暖地における水稻の乳苗移植栽培技術, 農業技術: 46 (8), 360-363.
- 10) 行本峰子・浜田虔二. 1985. 作物の薬害, 全国農村教育協会, 東京: 126.