研究論文

栽培

レンゲ立毛中水稻不耕起播種栽培におけるレンゲの植生について

中野尚夫^{*,1)}・平井幸²⁾・杉本真一²⁾・富久保男²⁾

(¹⁾島根大学・²⁾岡山県農業試験場)

要旨: レンゲ立毛中水稻不耕起播種栽培を継続するとレンゲ植生が経年的に劣化し、3年も継続するとその植生を前提とする本栽培が不能になるほどに劣化する現象について検討した。この栽培を継続すると、コンバインから地表面に排出された稲わらをレンゲとともに水稻播種前に鋤込む耕起播種栽培を繰り返した場合に比べ、春のレンゲ草冠被度が著しく劣化し、その劣化は水稻収穫後に地表面の稲わらを取り除くと小さかった。また、劣化は経年的に大きくなり、継続3年目には春のレンゲ草冠被度が15%程度になった。春のレンゲ草冠被度は苗立ちレンゲの生存率と高い正の相関関係にあった。そして、稲わら被覆による物理的障害のなかった本栽培を2年継続した圃場から採取した土壌のレンゲ、あるいは稲わらがレンゲを被覆しないで地表面のみを被覆したポットの移植レンゲも、幼植物の生育、特に根部の生育が阻害され、枯死する個体が生じた。これらのことから、レンゲ立毛中水稻不耕起播種におけるレンゲ植生の劣化は地表面を被覆した稲わらから放出されるアレロパシー物質による生育阻害によって生じたと推察された。また、この栽培を3~4年も継続するとレンゲの苗立ちもやや低下し、稲わらから放出されるアレロパシー物質によるレンゲの発芽低下も推察された。以上から、この栽培では経年的に、地表面を被覆するコンバインの排出稲わらが増加し、それに伴って稲わらから放出されるアレロパシー物質が増加し、レンゲは発芽と初期の生育が阻害されて、植生が低下すると推察された。

キーワード: アレロパシー、稲わら、耕起播種、初期生育、草冠被度、草生不耕起播種、苗立ち、レンゲ。

レンゲ (*Astragalus sinicus* L.) の立毛中に水稻を不耕起播種する栽培が省力栽培技術として、また播種前後の雑草防除や緑肥の肥料的効果から注目されている。しかし、この栽培を2~3年継続するとレンゲの植生が著しく劣化することが指摘されている (富久 1994, 可児 1993, 田坂・猪之奥 1994, 嶺田ら 1997)。このような著しいレンゲ植生の劣化は、レンゲ植生を前提とする本栽培の継続を不能にするもので、普及上の大きな問題となっている。

レンゲは連作によって収量が低下する (安江 1993) とされているが、この栽培のレンゲのように著しく植生が劣化するという報告は見当たらない。この栽培を含めコンバイン収穫をする水稻の裏作レンゲは、これまでの緑肥や飼料として栽培されていた場合と異なって、幼植物がコンバインから排出された切断稲わらによって被覆される。このため、水稻の立毛中で軟弱に生育したレンゲ幼植物が稲わら被覆の物理的障害などから枯死することが考えられる。一方、Chou and Lin (1976) は稲わら水抽出物がレタスやリョクトウの根の生長を抑制すると報告しており、また稲わらを被覆した状態ではスズメノカタビラなど冬雑草の発生が稲わらから放出されるアレロパシー物質によって抑制されることが指摘されている (李ら 1998)。アルファルファなどマメ科牧草においても、イネ科牧草残渣の水抽出物によって発芽や幼苗の生育が阻害されることが知られている (Chung and Miller 1995 b, Miller 1996, Springer 1996)。この栽培におけるレンゲ植生の経年的劣化につい

ても、地表面を被覆した稲わらから降雨などによって滲出したアレロパシー物質によるレンゲの生育阻害が考えられる。

そこで本研究では、レンゲ立毛中水稻不耕起播種栽培におけるレンゲ植生の劣化について、1994年~1997年にかけて継続栽培した場合におけるレンゲの苗立ちとその苗立ちの生存を、地表面を被覆したコンバインの排出稲わらをレンゲとともに水稻播種前に鋤込む耕起播種栽培を継続した場合との比較から検討した。また、この栽培を継続した圃場から採取した土壌、あるいは稲わらが地表面のみを被覆した条件でレンゲを生育させ、稲わら被覆の物理的影響を消去した中でレンゲの生育についても検討を加えた。

材料と方法

実験 1

本栽培レンゲ植生の経年的劣化を解析するため、1994年~1997年に岡山県山陽町にある岡山県立農業試験場の花崗岩質崩石土壌の1枚の水田において、本栽培を継続した場合のレンゲの苗立ち、苗立ちレンゲの生存、水稻播種前のレンゲ草冠被度を、水稻播種直前にコンバインから地表面に排出された稲わらをレンゲとともに鋤込む耕起播種栽培を継続した場合と比較した。試験区の構成は第1表のようで、前年秋水稻立毛中に播種したレンゲの立毛中に水稻を不耕起播種する栽培を1994年~1997年の4年間 (以下94以降不耕起区) あるいは1995年~1997年の3年間 (以

第1表 試験区の構成。

処理区名	1993	1994		1995		1996	
	レンゲ	水 稻	レンゲ	水 稻	レンゲ	水 稻	レンゲ
94以降不耕起有ワラ区	11/5(★) → 5/13(●) → 11/4(★) → 5/8(●) → 10/12(★) → 5/7(●) → 10/9(★)						
94以降不耕起無ワラ区	11/5(★) → 5/13(●) → 11/4(☆) → 5/8(●) → 10/12(☆) → 5/7(●) → 10/9(★)						
94以降耕起区	11/5(★) → 5/13(○) → 11/4(★) → 5/8(○) → 10/12(★) → 5/7(○) → 10/9(★)						
95以降不耕起有ワラ区	—	—	11/4(★) → 5/8(●) → 10/12(★) → 5/7(●) → 10/9(★)				
95以降不耕起無ワラ区	—	—	11/4(☆) → 5/8(●) → 10/12(☆) → 5/7(●) → 10/9(★)				
95以降耕起区	—	—	11/4(★) → 5/8(○) → 10/12(★) → 5/7(○) → 10/9(★)				

レンゲ、水稻の列は播種日(月/日)。★印は水稻収穫後も地表面に稲わらを放置、☆印は水稻収穫後稲わら除去。

●印はレンゲ立毛中水稻不耕起播種、○印は水稻播種直前に地表面に稲わらをレンゲとともに耕起鋤込み。

下95以降不耕起区) 継続と、同様のレンゲの播種、水稻収穫、稲わら地表面散布の後、水稻播種直前にレンゲと地表面被覆稲わらを鋤込む耕起播種栽培を同様の年数継続(94以降耕起区および95以降耕起区)し、さらに1995年と1996年の不耕起区については、前年の水稻収穫後に地表面の稲わらを取り除く区(無ワラ区)と稲わらを取り除かない区(有ワラ区)の2つの区を設けた。1区面積12 m²、2反復で実施した。

レンゲの播種日は、1993年11月5日、1994年11月4日、1995年10月12日、1996年10月9日で、播種量はいずれもm²当たり3gであった。ただし1993年のレンゲは耕起後の播種であった。水稻(品種:吉備の華)の播種日は、不耕起区、耕起区とも1994年5月13日、1995年5月8日、1996年5月7日、1997年5月12日で、播種はみのる産業KKの歩行型不耕起溝切り播種機によって条間30 cm、株間15 cm、1株5粒の設定で行った。稲わらは、いずれの年も、切断せずにコンバイン収穫した後、カッターで5~10 cmに切断し均一に地表面に散布した。なお、自然播種レンゲ種子の大半は、土用干し時に発芽し、その後の湛水で枯死した。

1995年10月30日と1996年10月24日に30 cm×30 cm コドラート内のレンゲ苗立ちを数え、その内の15個体の苗立ちレンゲに印をして翌年4月までの生存率(苗立ち生存率)の推移を調査した。また1997年の苗立ちレンゲ生存率の最終調査日(4月14日)にはコドラート内の被覆稲わら(稲わら形状の明確なもの)の風乾重を測定し、被覆稲わら量と苗立ちレンゲの生存率の関係を調査した。さらに、1996年5月11日と1997年5月8日にはレンゲ草冠被度を1区1 m×1 m コドラート2カ所で調査した。

実験2

コンバインから排出された稲わらがレンゲを被覆し、そのことによってレンゲの生育が影響されと考えられたので、その影響を消去する目的で1996年2月13日に実験1の94以降不耕起の有ワラ区と無ワラ区および94以降耕起区から採取した土壌にレンゲを播種し、それらの生育を比

較した。100 mL 三層分布測定用採土器で土壌を採取し、同容積ガラス容器に地表面を上にして移し、催芽したレンゲを1容器当たり5粒播種して室内で生育させ、播種27日後、36日後における草丈と最長根長(胚軸を含む)および地上部と根(胚軸を含む)の乾物重を測定した。それぞれの2反復から4カ所の土壌を採取した8反復で実施した。

実験3

稲わらがレンゲを被覆する物理的障害を消去するために、1994年10月24日に5000分の1aワグネルポットに本葉が出始めた9個体のレンゲを移植し、レンゲを被覆しないように風乾稲わら(品種:吉備の華、乾物率93.1%)を地表面に散布し、その生育を稲わらを散布しない区(無被覆区)と比較した。稲わら被覆時期および被覆量は、11月10日10 g(以下11月10日10 g区)、11月30日10 g(以下11月30日10 g区)、11月30日20 g(以下11月30日20 g区)であった。調査日は12月13日、12月26日、1月13日で、地上部乾物重、根乾物重(胚軸を含む)、および最長根長(胚軸を含む)を測定した。なお、生育期間中には過湿にならない範囲で十分な灌水をいずれの処理も同量行った。3反復で実施した。

結 果

1. レンゲ草冠被度の経年的変化(実験1)

第2表に1995年10月30日における94以降不耕起と95以降不耕起の有ワラ区と無ワラ区、それぞれの耕起区

第2表 レンゲの草冠被度と苗立ち数。

処 理 区	苗立ち数(本/m ²)		草冠被度(%)	
	調査年月日		調査年月日	
	95.10.30	96.10.24	96.5.11	97.5.8
94以降不耕起有ワラ区	182	237	15.1	2.0
94以降不耕起無ワラ区	200	—	37.2	—
94以降耕起区	180	350	55.9	41.0
95以降不耕起有ワラ区	146	209	40.0	14.1
95以降不耕起無ワラ区	186	—	49.8	—
95以降耕起区	134	326	66.3	53.0
LSD	45	119	22.0	35.9

草冠被度は1 m×1 m (2カ所)の結果。苗立ち数は30 cm×30 cm (1カ所)の結果から算出。LSDは5%水準。

第1図 苗立ちレンゲ生存率の推移。
縦棒は標準誤差を示す。

第2図 稲わら被覆量と苗立ちレンゲ生存率との関係 (1997)。
1997年4月14日調査。耕起区: 94以降耕起区と95以降
耕起区の各反復, 不耕起区: 94以降不耕起区と95以降不
耕起区の各反復。

のレンゲ苗立ち数, 1996年10月24日における94以降不耕起と95以降不耕起の有ワラ区, それぞれの耕起区のレンゲ苗立ち数, および1996年5月11日と1997年5月8日におけるそれぞれのレンゲ草冠被度を示した。レンゲ苗立ち数は, 1995年播種のレンゲでは不耕起区と耕起区に差がなかったが, 1996年播種のレンゲでは不耕起区において低い傾向であった。

草冠被度については, 両年の94以降, 95以降のいずれでも不耕起区が耕起区に比べ低い傾向であった。特に不耕起有ワラ区は, 両年とも, それぞれの耕起区に比べ有意に低かった。また, 1996年の不耕起区では有ワラ区が無ワラ区に比べ低い傾向で, 3年継続の94以降不耕起では有ワラ区が無ワラ区に比べ有意に低かった。さらに, 不耕起区, 耕起区のいずれでも, 1996年, 1997年とも94以降区が95以降区より低く, 1997年のそれらが1996年のそれ

第3図 春におけるレンゲの苗立ち生存率と草冠被度との関係
(1996, 1997年)。

94以降不耕起 (1996), 95以降不耕起 (1996): 1996年のそれぞれの有ワラ区, 無ワラ区の2反復の値, 1997は1996におなじ, 耕起の1996, 1997: 94以降と95以降の2反復の値。**は1%水準で有意なことを示す。

らより低く, 経年的に低下する傾向を示した。特に, その低下程度は不耕起有ワラ区で顕著で, その1年の低下程度は耕起区と不耕起無ワラ区が10~15%だったのに対し25%程度と大きく, 継続4年になる1997年の94以降不耕起有ワラ区ではレンゲの植生がほとんど皆無であった。

第1図に1995年12月8日から1996年4月26日における94以降不耕起と95以降不耕起の有ワラ区と無ワラ区, およびそれぞれの耕起区の苗立ちレンゲ生存率の推移を, 第2図に1997年4月14日における不耕起有ワラ区と耕起区の苗立ちレンゲ生存率と調査コード内での被覆稲わら

第3表 採種土壌におけるレンゲの生育 (1996).

処 理 区	3月12日(播種後27日)				3月21日(播種後36日)				3月21日 生存率 %
	草丈 cm	地上部重 mg/個体	根長 cm	根重 mg/個体	草丈 cm	地上部重 mg/個体	根長 cm	根重 mg/個体	
94以降不耕起有ワラ	3.9	4.0	4.6	2.1	4.1	5.5	6.0	2.9	77.5
94以降不耕起無ワラ	3.7	3.9	5.4	2.6	4.1	5.8	6.1	3.0	80.0
94以降耕起区	4.2	4.8	7.2	3.1	4.6	7.2	8.8	4.4	97.5
LSD	0.6	1.3	1.4	0.5	0.7	3.1	2.5	1.7	44.5

根長(胚軸を含む)は最長根長, 地上部重, 根重(胚軸を含む)は乾物重. LSDは5%水準. 上段月日は調査日.

第4表 稲わら被覆とレンゲの生育 (1994).

処 理 区	地上部重(mg/個体)			根重(mg/個体)			最長根長 (cm)		
	12月13日	12月26日	1月13日	12月13日	12月26日	1月13日	12月13日	12月26日	1月13日
11月10日10g	37.5	59.2	134.0	26.3	46.7	121.0	20.1	20.1	22.9
11月30日10g	42.5	87.1	152.9	30.8	65.0	160.9	21.1	24.1	23.6
11月30日20g	39.2	45.0	104.9	22.1	28.4	82.2	16.4	18.2	20.4
無被覆	43.8	86.8	162.2	35.1	77.3	214.2	21.5	22.5	31.9
LSD	16.6	25.1	64.0	18.8	14.2	39.5	7.3	4.0	11.8

LSDは5%水準. 地上部重, 根重(胚軸を含む)は乾物重.

量との関係を示した. 第1図の1995年播種のレンゲでは, 耕起区の苗立ちレンゲ生存率には低下がほとんどみられなかったが, 不耕起区のそれはいずれでも経時的に低下した. また, いずれの時期でも94以降不耕起区が95以降不耕起区より, 有ワラ区が無ワラ区より低い傾向であった. 1996年播種のレンゲについても, 不耕起区の生存率は耕起区に比べ全調査期間を通して低く, その経時的低下は1995年播種のものより一層大きく(図省略), 調査最終日(4月14日)のそれは20%程度であった(第2図). なお, 1996年播種レンゲの結果では, 不耕起区の苗立ちレンゲ生存率は被覆稲わら量が多いほど低い傾向であった(第2図). そして耕起と不耕起, 地表面稲わらの有無に関わらず, 5月の草冠被度は, 両年を込みにして苗立ちレンゲ生存率と高い正の相関関係にあった(第3図).

2. 採取土壌におけるレンゲの生育(実験2)

第3表に94以降不耕起の無ワラ区と有ワラ区, および耕起区から採取した土壌におけるレンゲの生育を示した. 地上部については, 草丈, 地上部重のいずれでも処理による差が小さかった. 根長および根重は, 3月21日の根重を除いて, 耕起区が不耕起無ワラ区, 不耕起有ワラ区に比べて有意に大きく, 不耕起では有ワラ区がやや小さい傾向であった. そして, 耕起区の土壌にはレンゲの枯死がほとんどみられなかったが, 不耕起区のそれには20%程度の枯死がみられた.

3. 稲わら被覆とレンゲの生育(実験3)

第4表に11月10日10g区, 11月30日10g区, 11月30日20g区, および無被覆区のレンゲの生育を示した. 地上部重については, 12月13日には処理による差が認め

られなかったが, 12月26日と1月13日には11月30日20g区および11月10日10g区が無被覆区に比べ低い傾向であった. 根重については, 12月13日, 12月26日, 1月13日のいずれでも11月30日20g区<11月10日10g区<11月30日10g区<無被覆区の傾向で, 特に11月30日20g区と11月10日10g区の12月26日と1月13日, および11月30日10g区の1月13日については無被覆区に比べ有意に低かった. 根長についても, 12月13日, 12月26日, 1月13日のいずれでも根重と同様に, 11月30日20g区<11月10日10g区<11月30日10g区<無被覆区の傾向であった.

考 察

レンゲの立毛中に水稻を不耕起播種する栽培を継続した場合の春におけるレンゲの草冠被度は, 地表面を被覆したコンバインの排出稲わらをレンゲとともに水稻の播種直前に鋤込む耕起播種栽培を継続した場合に比べて低く, しかも栽培継続年数が長くなるに伴って低下し, 3, 4年目にはきわめて低い草冠被度となった. これは, これまでの報告(田坂・猪之奥 1994, 嶺田ら 1997)や現場の結果(可児 1993, 富久 1994)と一致するものであった.

春のレンゲ草冠被度は苗立ちレンゲ生存率と高い正の相関関係にあった(第3図). そして不耕起区の苗立ちレンゲ生存率は, 水稻収穫後に稲わらを取り除くと(第1図), また地表面を被覆する稲わらの量が少なくと高くなる傾向であった(第2図). これらの結果は, 苗立ちレンゲの生存が地表面を被覆した稲わらによって影響され, そのことによって草冠被度が低下したことを示すものである. このような苗立ちレンゲの生存率低下の原因としてレンゲ幼植物に対する被覆稲わらの物理的障害が考えられる. しかし

いずれの年においても、前年の水稻収穫から水稻播種直前までの稲わら被覆量は耕起区も不耕起有ワラ区と同量であったにも関わらず、その間に枯死する苗立ちレンゲは不耕起有ワラ区が耕起区に比べ明らかに多かった(第1, 2図, 第2表)。

そして被覆稲わらのレンゲに対する物理的障害がなかった採取土壌でレンゲの生育を比較した実験2において、不耕起区の土壌では生育、特に根部の生育が耕起区の土壌の場合に比べて劣り、枯死する個体も生じた(第3表)。また稲わら被覆のレンゲに対する物理的障害を除去した実験3でも、稲わらの地表面被覆によって生育、特に根部の生育が低下した(第4表)。Chou and Lin (1976) は稲わら水抽出物によってリョクトウの根の生育が阻害されることを指摘している。またアルファルファなどにおいても、イネ科牧草の水抽出物によって生育、特に根部の生育が阻害されることが知られている(Chung and Miller 1995 b, Miller 1996, Springer 1996)。本栽培のレンゲについても、地表面を被覆した稲わらから降雨などによって水抽出物が地表面近くに滲出し、幼植物の生育が阻害されたと考えられる。

また苗立ちレンゲの生存率は、不耕起区、耕起区のいずれでも、経年的に低下した(第1, 2図)が、その低下は不耕起区において顕著であった。不耕起栽培を継続すると、地表面の稲わらが経年的に累積・増加する。不耕起区において苗立ちレンゲ生存率の経年的低下が著しかったことは、その継続によって稲わらあるいはそれから放出される生育阻害物質が地表面近くに累積し、レンゲ幼植物の生育阻害が経年的に大きくなったことを示唆している。なお、1996年の不耕起無ワラ区の苗立ちレンゲ生存率、草冠被度は耕起区のそれらより低かった。これは無ワラ区でも稲株が残り、また完全に稲わらを取り出せなかったことから、経年的な地表面稲わら累積が耕起区より多い結果になったためと考えられる。

なお、本試験の開始年には、試験開始までコンバイン収穫・稲わら鋤込みの水稻栽培が10年以上継続されていたにもかかわらず、良好なレンゲ植生が得られたが、本試験を開始してからは耕起区でもレンゲ植生の低下がみられた。アルファルファなどではそれ自身からのアレロパシー物質によって生育の阻害されることが知られており(Nakahisa ら 1993, Tesar ら 1993, Chung and Miller 1995 a, Miller 1996, Jennings and Nelson 1998)、レンゲについても連作によって収量の低下する(安江 1993)ことが指摘されている。耕起区における苗立ちレンゲ生存率や草冠被度の経年的低下は、レンゲ植生の劣化にレンゲ連作も関与したことを示唆するものである。本栽培の継続によるレンゲ植生の低下には、レンゲ連作の影響も考慮する必要がある。

また、1996年播種のレンゲについては苗立ち数も不耕起区で少ない傾向であった(第1表)。石橋ら(1998)は、

水稻の不耕起播種栽培を継続すると地表面の有機物が経年的に増加して5年継続では有機物集積層が10 mm 以上にもなり、地表面から3 cm では根の発達が良好になると指摘している。本試験の不耕起区でも地表面の有機物堆積が観察され、1996年の土壌は1995年よりレンゲの発芽・出芽や初期生育に不利でなかったと推察された。アルファルファなどマメ科作物では、イネ科牧草から放出されるアレロパシー物質(Chung and Miller 1995 b, Miller 1996, Springer 1996)あるいはそれ自身が放出するアレロパシー物質(Nakahisa ら 1993, Chung and miller 1995 a, Miller 1996, Jennings and Nelson 1998)によって発芽の阻害されることが指摘されている。1996年播種レンゲにおける不耕起区の苗立ち数の低下については、地表面の稲わらやレンゲの経年的累積によって、稲わらやレンゲ自身からのアレロパシー物質が増加して発芽の低下したことが考えられる。しかし、苗立ち数の低下は3~4年継続した場合にしか認められず、その低下程度も苗立ち生存率の低下に比べ小さかった。したがって、これによる植生劣化は苗立ちレンゲの生存率低下によるものに比べ小さかったと推察される。

以上から、本栽培のレンゲは、コンバインから排出された稲わらの地表面放置に伴う生育阻害によって植生が劣化すると考えられ、その生育阻害については、稲わら被覆の物理的影響や不耕起に伴う土壌物理性の不利よりも、稲わらから放出されるアレロパシー物質による幼植物の生育阻害が大きいと考えられた。また、このアレロパシー物質による生育阻害は、本栽培の継続に伴う地表面稲わらの経年的な累積によって、大きくなると推察された。さらに、栽培の継続が3~4年にもなると、地表面稲わらのアレロパシー物質によるレンゲの発芽抑制も加わって、その植生の劣化が一層大きくなると考えられた。なお、レンゲの生育阻害や苗立ち低下にはレンゲ連作の関与も推察された。この点については、稲わらとの複合作用も含めて、検討する必要があると思われる。

引用文献

- Chou, C. and H. Lin 1976. Autointoxication mechanism of *Oryza sativa*. I. Phytotoxic effects of decomposing rice residues in soil. J. Chem. Ecol. 2: 353-367.
- Chung, I.M. and D.A. Miller 1995a. Effect of alfalfa plant and soil extracts on germination and growth of alfalfa. Agron. J. 87: 762-767.
- Chung, I.M. and D.A. Miller 1995b. Allelopathic influence of nine forage grass extracts on germination and seedling growth of alfalfa. Agron. J. 87: 767-772.
- 石橋英二・赤井直彦・大家理哉・川中弘二 1998. 不耕起乾田直播栽培の継続が土壌密度並びに減水深に及ぼす影響. 土壌の物理性 79: 11-21.
- Jennings, J.A. and C.J. Nelson 1998. Influence of soil texture on alfalfa autotoxicity. Agron. J. 90: 54-58.

- 可児晶子 1993. レンゲ不耕起直播—可児晶子の試み. 高松修・中島紀一・可児晶子共著, 安全でおいしい有機米づくり. 家の光協会, 東京. 74—103.
- Miller, D.A. 1996. Allelopathy in forage crop systems. *Agron. J.* 88: 854—859.
- 嶺田拓也・日鷹一雅・榎本敬・沖陽子 1997. レンゲ草生マルチを活用した不耕起直播水稻作における雑草の発生消長. *雑草研究* 42: 88—96.
- Nakahisa, K., E. Tsuzuki and T. Mitsumizo 1993. Study on the allelopathy of alfalfa (*Medicago sativa* L.). I. Observation of allelopathy and survey for substances inducing growth inhibition. *Jpn. J. Crop Sci.* 62: 294—299.
- 李春雨・米山弘一・竹内安智・近内誠登 1998. イナわらのアレロパシ—. *雑草研究* 43(別): 272—273.
- Springer, T.L. 1996. Allelopathic effects on germination and seedling growth of clovers by endophyte-free and -infected tall fescue. *Crop Sci.* 36: 1639—1642.
- 田坂公平・猪之奥康治 1994. 水稻のレンゲ後不耕起散播直播栽培の試み. *近畿中国農研* 88: 4—10.
- Tesar, M.B. 1993. Delayed seeding of alfalfa avoids autotoxicity after plowing or glyphosate treatment of established stands. *Agron. J.* 85: 256—263.
- 富久保男 1994. レンゲ立毛間乾田不耕起直播栽培. 農業技術体系(作物編) 3, 追録 16 岡山・大森. 農文協, 東京. 1—17.
- 安江多輔 1993. レンゲ全書. 農文協, 東京. 92—93.

Canopy Closure of Chinese Milk Vetch (*Astragalus sinicus* L.) on Rice-Chinese Milk Vetch Rotation System : Hisao NAKANO^{*,1)}, Miyuki HIRAI²⁾, Shinichi SUGIMOTO²⁾, and Yasuo TOMIHISA²⁾ (¹⁾*Fac. of Life and Environ. Sci., Shimane Univ., Matsue 690-1102, Japan ;* ²⁾*Okayama Pref. Agr. Exp. Stn.*)

Abstract : Rice-Chinese milk vetch was cultivated by a rotation system from 1994 to 1997 to examine the effect of rice straw on the establishment and growth of Chinese milk vetch. Chinese milk vetch was sown in rice stands. Rice was sown under 2 different land preparation conditions ; no-tillage (NT), i.e., sod-seeded, and tillage (TA), in which green Chinese milk vetch and rice straw from the previous year were incorporated into the soil. A poor establishment of Chinese milk vetch in the NT plot was observed only in 1996. The percentage of canopy closure of Chinese milk vetch in both treatments decreased year by year, especially in NT : 40%, 15%, and 5% in 1995, 1996, and 1997, respectively. When rice straw was removed after rice harvest in the NT plot, the canopy closure of Chinese milk vetch was fairly recovered. The seedlings of Chinese milk vetch planted on soil collected from the NT plot showed poor growth, compared with those planted on soil collected from the TA plot. When rice straw was put on the soil surface, the seedling growth was inferior to that on the bare surface, especially the root growth. These results suggested that an allelopathic substance released from rice straw inhibited the establishment and growth of the seedlings of Chinese milk vetch.

Key words : Allelopathy, Canopy closure, Chinese milk vetch (*Astragalus sinicus* L.), Direct seeding, Early growth, Establishment, Rice straw, Sod seeding.