

# レンゲ栽培を見直そう

岐阜大学農学部 教授 安江多輔

## 1 レンゲ栽培の意義

化学肥料の普及で水稻の収量は飛躍的に増加し、多肥栽培は品種の改良や農薬の普及と相まって、安定多収の基本技術となった。しかし、堆肥やきゅう肥などの有機質肥料が使われなくなり、化学肥料に頼りすぎた結果、土壌の物理性が悪化して基礎地力が低下し、生産力の減退や気象変化への対応力の低下などが問題視されるようになった。

一方、膨大な石油エネルギーの消費及び化学肥料や農薬の多用が地球の生態系を乱し、環境汚染の原因になっていることが指摘されている。

西暦2,000年には世界の人口は60億に達すると言われており、いかにして食糧を供給するかが大きな課題である。先進国型農業を世界中の全耕地に広げると仮定すれば、食糧の供給は大丈夫との推定も成り立つ。しかし、それは一方で環境に対する大きなつけを負うことになり、このつけの支払いを我々の子孫に課することになる。

今後の作物栽培においては、種々の先端技術を活用した高度の栽培技術の開発が必要であるが、同時に土地利用型の農業においては、生産手段としての農地の永続的な利用と生産向上のため、地力の維持増進を図ることは極めて重要なことであり、地球環境への視野に立った Sustainable Agriculture（持続可能な農業）を指向する必要がある。

地力の維持増進には堆肥やきゅう肥など有機物の施用が基本であるが、今日では材料の入手や製造及び施用の労力や経費などからみて、その実行は容易ではない。大多数の農家では堆肥及びきゅう肥の材料を得ることが、まず第一に困難である。

仮に材料が得られたとしても、その製造及び施用にはかなりの労力が必要である。堆肥の製造及び施用の省力機械化は可能であるが、我が国の現在の経営規模では、設備や機械への投資がますます増大し、その結果、生産コストは高騰し、国際競争力をますます弱めることは必定である。

有機物の連用による水田土壌の物理・化学的性質の改善効果は、畑土壌に比べて小さく、また、土壌の種類、施用有機物の種類及び地域によってその効果は異なるが、化学肥料単用区に比べて明らかに土壌有機物の集積量が増加し、土壌は次第に膨軟化することが全国的調査結果から明らかにされている。

従来、我が国の水田の地力維持の方法は、里山と水田及び役畜の3者の有機的な結合による刈敷や堆・きゅう肥などの施用にみられるように、耕地外からの有機物の持ち込みが中心であり、ヨーロッパの輪作にみられるような耕地生態系内での地力維持方法は水田裏作の緑肥レンゲの栽培以外にはあまりその例を見ない。

レンゲは明治から大正・昭和にかけて、水田の裏作緑肥作物として、我が国の近代稲作農業の発展に大きく貢献してきた。1933年には、北海道と沖縄を除く全国各地で栽培され、その作付面積は303,766 haであった。しかし、化学肥料、特に化成肥料の発達と普及、家畜の役畜の飼育、とりわけ企業的多頭飼育への変貌とそれに伴う飼料の給与体系の変化並びに田植えの早期化などにより、レンゲ栽培面積は1960年ころから急速に減少した。

レンゲはその根に共生する根粒菌の働きによって空気中の窒素を固定し利用するので、窒素肥料を施さなくてもよく生育し、茎葉及び根部には窒

素その他の肥料成分を多く含んでいるので、作物に対する肥料としての効果と土壌に対する有機物の供給源としての二つの効果が期待される。

## 2 水田利用再編対策に伴う蜜源レンゲの栽培

1978年、米の第2次生産調整により、レンゲが蜜源作用として指定され補助金の対象となり、養蜂家と稲作農家との契約のもとに蜜源専用レンゲの栽培が始まった。レンゲは蜜質、採蜜量ともに我が国最高の蜜源植物であり、緑肥用、飼料用、採種用あるいは自生をとわず蜜源として広く利用されてきたが、蜜源専用レンゲとして栽培されることはなかった。養蜂の盛んな地域では、「取る養蜂」から「育てる養蜂」を目指して、蜜源レンゲの増殖が行われている。

## 3 水田農業確立対策による地力増進作物及び景観形成作物としてのレンゲ栽培

近年、水稻栽培は稚苗の機械移植栽培及び追肥重点の施肥管理が主流となり、堆肥や稲わらの施用による有機物肥効は制御しにくい要素として、むしろ敬遠される傾向さえあった。ところが、気象変化への対応力の低下などが問題視されるよう

表2 レンゲの刈取り時期と化学成分(対乾物%)  
(富山農試、1963)

成分 (%)	刈取り時期 (月/日)						
	4/11	4/18	4/25	5/2	5/9	5/16	5/23
全窒素	4.60	4.80	4.28	3.73	3.45	3.20	2.63
リン酸	0.43	0.42	0.34	0.36	0.33	0.32	0.30
カリ	1.88	1.88	1.44	1.44	1.38	1.50	1.50
硫黄	0.57	0.35	0.28	0.28	0.42	0.35	0.39
粗繊維	8.23	10.65	9.60	13.10	12.61	20.12	20.12
全炭素	41.00	43.00	40.50	39.80	40.42	41.80	40.40
炭素率(C/N%)	8.90	8.95	9.45	10.67	11.63	13.05	15.35

になり、その対策として水田への有機物の施用が増えてきた。

従来、我が国の水田の地力維持方法は圃場外からの有機物の持ち込みが中心であった。ところが、1987年より水田農業確立対策事業に伴い、新たに地力増進作物が転作物の一般作物の部に加えられた(表1)。地力増進作物としては、レンゲ以外に大豆などの青刈り作物やマメ科牧草などが対象になるが、レンゲはかつて我が国の緑肥作物総作付面積の約60%を占め、また、我が国の風土、特に水田の裏作に極めて良く適応していることから、地力増進作物としてのレンゲ栽培が増加している。さらに、水田農業確立対策事業の後期スタートの1990年からは、新たに景観形成作物が水田転換作物として一般作物の部に加えられたので、レンゲ作付面積は増加しつつある。

## 4 緑肥レンゲの肥料効果

緑肥レンゲの窒素含有率はレンゲの生育段階や植物体の部位によって異なるが、すき込み適期の開花期のレンゲ茎葉の窒素含有率は乾物当たり約3~4%と高く、炭素率は約10と低いので(表2)、土壌中での分解は堆肥に比べてはるかに早い。水田及び畑地のいずれにおいても、夏季には1~2週間で相当量が分解し、窒素成分はアンモニア態に変

表1 水田農業確立対策事業助成補助金の体系と水準 (10a当たり)

区分	基本額	加算額	
		生産性向上等加算	地域営農加算
一般作物 〔蜜源レンゲ、麦、大豆、飼料作物、地力増進作物、景観形成作物、花き等〕	14,000円	26,000円 (高効率生産単位育成加算) 20,000円 (通常) 10,000円 (都道府県特認の場合) ※景観形成作物は加算対象外	10,000円
永年性作物等 〔果樹、転換畑、林地、養魚池等〕	19,000円	26,000円 (高効率生産単位育成加算) 20,000円 (通常) 10,000円 (都道府県特認の場合)	10,000円
特例作物 (野菜、たばこ等)	4,000円	5,000円 (通常) 5,000円 (都道府県特認の場合)	10,000円
水田預託	4,000円	—	—
土地改良通年施行 (うち特別豪雪地帯)	4,000円 (5,000円)	—	—
自己保全管理	4,000円	—	—

注)：(1) 高効率生産単位育成加算は転作での団地化及び作業規模の拡大に加え、転作田を含む水田全体での作業規模を拡大し、高効率な生産単位を育成するもの。  
(2) 自己保全管理については、山村等で助成金対象とし、市街化区域等では実績参入とする。  
(3) 特例作物(野菜等)の地域営農加算額については、従来の5千円/10aを10千円/10aに引き上げる。

化し、畑地ではこれが次第に硝酸態に変化する。したがって、緑肥レンゲの窒素は肥効が高く、硫酸などの化学肥料に匹敵する速効性を示す。また、乾物当たり 0.3~0.4% のリン酸と 1.5~2.0% のカリを含んでいるので、優れた緑肥である。10 a 当たり 2,000 kg の生草をすき込めば 10 a 当たりの窒素量は 6~10 kg となり、3,000 kg のレンゲ生草は 9~15 kg の窒素に相当する。また、同時期のレンゲの乾物率は 10~15% であるので、2,000 kg の生草施用は 200~300 kg の乾物施用に、3,000 kg の生草施用は 300~450 kg の乾物施用に相当する。

## 5 根粒菌による空中窒素の固定

レンゲは根粒菌と緊密な共生関係を作り上げることによって、光エネルギーを利用して空中窒素をアンモニアへ変換する農業上大きな意義を持つシステムを形成している。レンゲはその根に共生する根粒菌の働きにより、空気中の窒素を固定利用するので窒素肥料を多く施用する必要がなく、肥料の節約になり(表3)、レンゲのすき込みは水稲の基肥を代替できることが確かめられている。

Sasakawa (1987)は、レンゲ植物体 1 個体によって固定される窒素量は 1.26 mg/日であり、レンゲの旺盛な生育期間中に固定される窒素量は約 4 kg/10 a と推定している。また、Fan (1986) は、レンゲによる窒素固定量は年間 10 kg/10 a 以上であり、植物体に含まれる総窒素量の 70~75% は根粒菌の共生により作られるとしている。

レンゲの生長力は特定の根粒菌との共生関係に

よって大きく改善されるので、新しい土地でレンゲ栽培を成功させるには、効率の良い根粒菌の接種が大切である。また、レンゲの生育速度は固定された窒素の量に比例するので、早期の根粒着生及び早期の窒素固定はレンゲの生長を促進する。

## 6 緑肥レンゲの施用量及び施用方法

水稲に対する緑肥レンゲの施用量は土性や気候などによって異なるが、温暖地では 10 a 当たり約 2,000 kg、寒地で約 1,500 kg である。

すき込み法としては、刈り倒した後、灌水してすき込む水すき法と乾田状態のまますき込む空すき法があるが、水稲の生育上は後者の方が安全である。刈取ったレンゲを湛水条件下ですき込むか、あるいはすき込み後、直ちに湛水した場合には、レンゲは速やかに発酵して、2~10 日で揮発性の有機酸が著しく生成し、土壌は強い還元状態となる。有機酸発生量は炭水化物の多いレンゲすき込み時に多く、また、高温下よりも低温下において有機酸の生成量が多い。そのため、水稲の活着は不良となり、養水分の吸収阻害を引き起こして初期生育は著しく抑制される。窒素の無機化も遅延する傾向が認められる。これに反して、レンゲをすき込んでから 5 日以上畑地状態に放置し、その後、湛水すると易分解性の炭水化物は速やかに好氣的に分解されるので、湛水後においても発酵はほとんど起こることなく、有機酸の生成は著しく減少する。しかし、すき込み後、乾田状態に長く放置すると窒素の損失が多くなるので、窒素の損失防止の点では 1 週間以内

に灌水する方がよい。  
すき込み後の灌水適期は施用量、土壌条件及び気温などによって異なるが、すき込み量が多い場合や温度が低い場合は灌水時期を遅くしてもよい。

すき込みの深さについては、有害作用の防止及び肥効の点からみて、浅耕すき込みより深耕すき込みの方がやや優れている。また、

表3 レンゲ区と化学肥料区の肥料経費比較

レンゲ区			化肥区				
	価格 (円/1袋)	使用量 (kg)	金額 (円/10a)		価格 (円/1袋)	使用量 (kg)	金額 (円/10a)
レンゲ種子代(円/kg)	650	3	1,950	基肥			
レンゲの肥料代				ケイカル	560	160	1,480
硫酸	600	9.5	285	ヨウリン	1,070	40	2,140
過リン酸石灰	900	34.3	1,544	岐各高度化成	1,440	30	2,160
塩化カリ	840	6.9	290				
穂肥				穂肥			
岐各追肥化成	1,400	20	1,400	岐各追肥化成	1,400	30	2,100
実肥				岐各追肥化成	1,400	10	700
岐各追肥化成	1,400	10	700				
合 計			6,169 (レンゲ肥料代を除くと4,050)	合 計			11,580

注)：レンゲ種子代(1kg)及び肥料代(20kg)の単価は本学附属農場の平成元年度運営計画による。化肥区の施肥設計は岐阜県経済連・岐阜市農協の水稲栽培こよみによる。

生草すき込みと乾草すき込みにはほとんど優劣はないが、施用量が多い場合や還元を起こしやすい土壌では乾草の方が効果は高い。石灰の施用は有害作用の軽減に効果があるとの説と石灰の併用はかえって有機酸の生成を多くするとの報告もあり、石灰の効果についての定説はない。また、間断灌漑や早期中干しを行って土壌中へ空気の導入を図ることも有害作用の軽減に役立つ。施用量が多いと窒素過多による過繁茂や倒伏及びイモチ病の発生を引き起こすことがある。しかも、分解が急激に進むので、土壌の酸化還元電位が低下し、さらに分解時には酢酸、酪酸、乳酸、蔞酸などの有機酸やメタンガス、炭酸ガス、窒素ガス、水素ガス及び膠状物質が生成され、水稻の生育に有害作用を及ぼすことがあるので、少なくとも田植の10~14日前にすき込む必要がある。

施用量が多いほど有害物質の発生が多く、しかも、気温が低いと有害物質の発生量が多く、水稻への有害作用も大きいので、施用量を控えめにして不足分は化学肥料の追肥で補うのが安全である。

レンゲのすき込み量が適当であり、すき込み、代かき及び水稻の移植を適期に行った場合には、通常基肥を省き、穂肥及び実肥の追肥のみで十分である。

分解時に生成する有害物質の量や水稻に及ぼす影響は、施用量のほかにすき込み時期や方法、土壌の種類、透水性、水管理及び気温などによって影響されるので、緑肥レンゲの利用には高度な技術と周到な注意が必要であるが、上手に使えば化学肥料に劣らぬ肥効が得られる。

## 7 レンゲの地力効果

レンゲの効果は窒素、リン酸及びカリその他の肥料要素としての効果のほかに、土壌中の腐植の給源として土壌の物理性を改善し、地力を維持増進する効果がある。

腐植の生成量は炭素率が高く、しかもリグニン含有率の高いものほど多いので、稲わらや堆肥に比べれば緑肥レンゲの腐植生成量は低い。

堆肥 100 kg の腐植生成量 10.8 kg に対して、レンゲは 6.4 kg と低いが、ダイズ粕の 3.2 kg に比べて 2 倍である。

表4 レンゲを導入した水田輪作 (安江, 1984)

	第1年目		第2年目		備 考
	夏作	冬作	夏作	冬作	
1	水 稲	休 耕	水 稲	休 耕	水稻単作
2	水 稲	レンゲ	水 稲	レンゲ	水稻とレンゲの二毛作
3	水 稲	レンゲ	休 耕	ムギ類	水稻, レンゲ, ムギの2年3作
4	水 稲	レンゲ	ダイズ	休 耕	水稻, レンゲ, ダイズの2年3作
5	水 稲	レンゲ	ダイズ	ムギ類	水稻, レンゲ, ダイズ, ムギの2年4作

開花期のレンゲのように炭素率の低い、易分解性の新鮮な有機物をすき込むことによって、土壌微生物の活性が増大し、土壌有機物の分解が促進されることがある。

このような起爆効果(Priming effect)のため、緑肥レンゲの施用は土壌中の腐植を増加しないので、地力増進にあまり役に立たないとの説がある。しかし、レンゲは成熟するにつれて、たんぱく質含量が低下し粗繊維やリグニン含量が増加するので、土壌有機物、特に腐植の生成量が増加すると考えられる。また、炭素率が高まって分解しにくくなるので、起爆効果もなく肥効が持続し、地力効果も高いと考えられる。

種子が結実し、茎葉が枯死したころのすき込みは緑肥としての肥料的効果は低下するが、堆肥に代わる有機物の給源として役立つ。この場合、表4に示したように、レンゲ(蜜源植物または地力増進作物)や麦類及び大豆などを組み入れた水田輪作を行うことが我が国の水田農業確立の見地からも望ましいことである。

## おわりに

以上のように、レンゲには二つの利用方法が考えられる。その一つは、従来から利用されてきたように、主として窒素その他の肥料成分の速効的肥効を目的とした緑肥としての利用であり、他方は、堆肥に代わる土壌有機物及び腐植の給源として、地力の維持増進に対する効果を目的とする場合である。

前者を目的とする場合は、窒素含有率の高い開花期がすき込み適期である。若いレンゲは窒素含有率が高いので、施用量が多過ぎると窒素過多に