

各品目における技術対策

1. 水稻

1) 土壌診断に基づく施肥

(1) リン酸

ア リン酸の役割

リン酸は作物の生長、分げつ、根の伸長、開花結実を促進し、植物体内における重要な生理作用に關与する核酸、酵素の構成元素である。また、植物体内のエネルギー伝達に重要な役割を果たすとともに、光合成、呼吸作用、糖代謝等に深く關与している。

イ 土壌改良目標値

土壌可給態リン酸（トルオーグ法）の改良目標値は、10～20mgP₂O₅/100gである。

ウ 水田土壌の現状

土壌中において植物に吸収されるリン酸は可給態リン酸として測定される。県内水田土壌では、近年やや上昇している傾向がうかがえる(図1-1)。

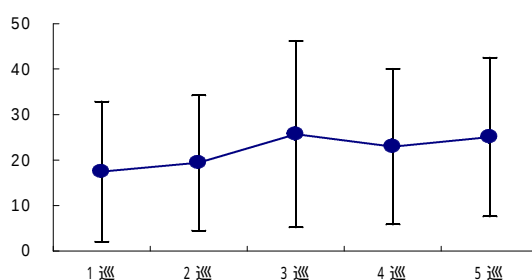


図1-1 県内定点調査における可給態リン酸の推移
平均値および標準偏差を示す
1巡:1979～1982 2巡:1984～1987
3巡:1989～1992 4巡:1994～1997
5巡:1999～2002

県下全域において、改良目標値未満の地点もある一方で、5割強の地点で改良目標値を超えている(図1-2)。このため、リン酸を含む土づくり肥料や土壌改良資材の施用に関しては、土壌診断に基づいた施用が重要と考えられる。

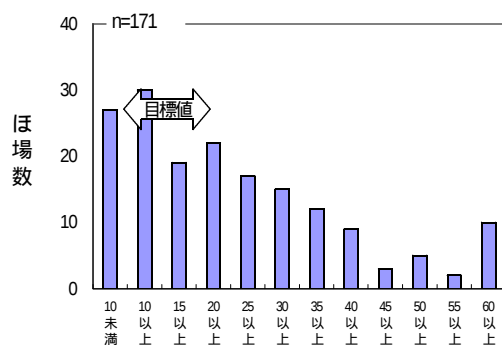


図1-2 県内水田定点ほ場の可給態リン酸のヒストグラム

第5巡(1999～2002年)調査の結果より作成

エ リン酸の収支と必要量

図1-3にリンの収支を例示する。図からみて、地表排出や浸透排出での流出量が少ない。可給態リン酸が改良目標値（ $10 \sim 20 \text{mgP}_2\text{O}_5/100\text{g}$ ）に達しているほ場では、土づくり肥料を含めて、収支に見合うリン酸を年間を通じて施用すればよい。

可給態リン酸が改良目標値に達しているほ場では、年間で必要量を満たすリン酸が施用されていれば稲作時のリン酸が無施用であっても、収量低下は認められない（表1-1）。

また、稲わらを還元し、リン酸肥料を基準量施用すると稲作期間中のリン酸収支はプラスとなり、非作付期間を考慮しても年間収支はプラスとなる。このプラス分は土壤に蓄積されることになるが、稲作期間中の湛水状態では蓄積したリン酸の一部が有効化することが知られている。この蓄積リン酸を有効に活用することが、リン酸資材の適正な施用を図るうえで重要である。

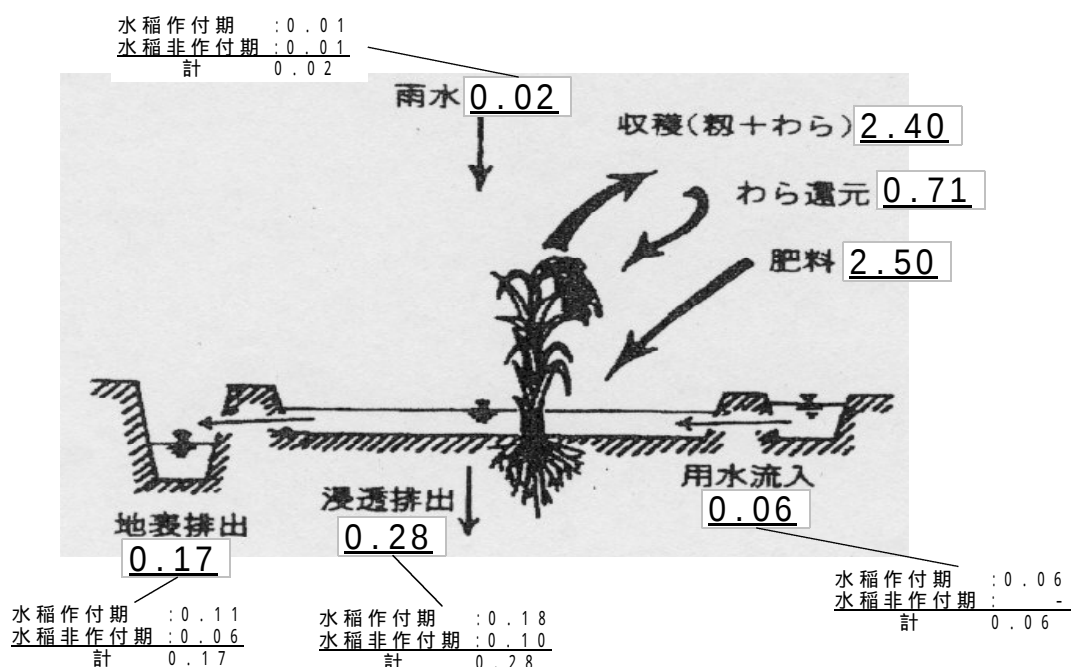


図1-3 水稻作を巡るリン(P)の収支(単位:P-kg/10a)

滋賀県農業技術振興センター環境研究部調査データより
 雨水、用水、浸透水、地表排水データについては、竜王町弓削地先(H5~11)、
 東近江市(旧五個荘町河曲、川並、H9~13)、長浜市(旧びわ町川道、H12~13)、
 安土町石寺(H15~16)、安土町東老蘇(H15~16)、東近江市下羽田(H19)における
 調査データを基に平均値を求めた。
 収穫量、わら還元、施肥量データについては、基準点調査(1975~1997)のデータを基に作成した。

この図の例では、肥料を除く収支は以下のとおりとなり、約 $5 \text{kgP}_2\text{O}_5/10\text{a}$ を肥料として施用すれば、収支に見合うこととなる。

収入：雨水 + 用水 + わら還元 = 0.79

支出：地表排水 + 浸透排出 + 収穫 = 2.85

収入 - 支出 = $-2.06 \text{kgP}/10\text{a} = -4.7 \text{kgP}_2\text{O}_5/10\text{a}$

表1-1 可給態リン酸レベルと稲作時無リン酸栽培 (滋賀農試 1993～1997年)

試験区			可給態リン酸	わら重	精玄米重
試験地	土づくり肥料	稲作時の施肥	mg/乾土100g	kg/10a	kg/10a
安土	ケイカル150、熔リン40	慣行	13.2	858	635
	〃	無リン酸	13.2	852	630
安曇川	ケイカル150、熔リン40	慣行	31.9	759	580
	ミネカル200、熔リン40	無リン酸	33.8	753	563
木之本	ミネカル200	慣行	13.1	785	601
	ケイカル100、熔リン40、肥鉄土300	無リン酸	14.7	776	602

注) 可給態リン酸は1993～97年度水稻栽培跡における土壌分析値の平均値。

わら重および精玄米重は1994～1997年度結果の平均値。

各試験区とも稲わらは全量還元。無リン酸区の窒素、カリ施肥は慣行区と同程度を施用。

オ 土壌診断に基づくリン酸の施用

可給態リン酸が改良目標値に達している水田においては、表1-2を目安に、土壌蓄積リン酸と土づくり肥料の肥効を考慮して、稲作時のリン酸の施肥量を少なくし、資源の有効活用と環境への負荷発生の軽減を図ることが重要である。

表1-2 土壌診断に基づくリン酸質土づくり肥料の施用の目安

可給態リン酸 mg/100g	土づくり肥料の 施用量(表1-3)	作付期間におけるリン酸施肥量
10以下	基準量	基準量(リン酸: 6 kg/10a)
10～20	基準量の1/2	土づくり肥料分を基準量(6 kg/10a)から減量
20以上	無施用	追肥リン酸の省略、低リン酸成分肥料の使用 (リン酸: 3 kg/10a以下)

(例) 可給態リン酸が10～20mg/100gでリン酸吸収係数が1000未満の場合に、ようりんを20kg(リン酸4kg)/10aを施用した場合、作付期間中のリン酸は6-4=2kgとする。

表1-3 リン酸質土づくり肥料の基準量

(kg/10a)

pH	資材名	リン酸吸 収係数	可給態リン酸(mg/100g)		
			10以下	10～20	20以上
6.5未満	ようりん	1000以上	80kg	40kg	0
		1000未満	40kg	20kg	0
6.5以上	重焼りん	1000以上	60～80kg	30～40kg	0
		1000未満	40kg	20kg	0

(2) ケイ酸、遊離酸化鉄

ア 土壌改良目標値

可給態ケイ酸の改良目標値は、15～30mgSiO₂/100gである。

遊離酸化鉄の改良目標値は、0.8～2.0g/100gである。

イ 水田土壌の現状

可給態ケイ酸含有量には、地域によるバラツキがみられる。

遊離酸化鉄も同様に、地域によるバラツキが大きい。

ウ 土壌診断に基づく施用

pH 6.5 以下の場合

ケイ酸、含鉄資材施用量 (kg/10a)

遊離酸化鉄 含量 (%)	2	珪カル 150	珪カル 100	0
	0.8	転炉さい 200	転炉さい 100～150	肥鉄土 300
	0	転炉さい 300	転炉さい 200	肥鉄土 500
		0	15	30

可給態ケイ酸(mg/100g)

pH 6.5 以上の場合

遊離酸化鉄 含量 (%)	2	0
	0.8	肥鉄土 300
	0	肥鉄土 500

ケイ酸源として稲わらやもみ殻等の有機物を積極的に施用する。

(3) カリ

ア カリの役割

カリは植物体内のタンパク質や炭水化物の合成・移動に関与し、適度のカリ施用は糖分やでんぷん価を増加させる。イネ科植物では、茎葉を丈夫にし、倒伏や病害に対する抵抗性を強めるといわれている。

イ 改良目標値

- 塩基飽和度 70～90% (黒ボク、多腐植粘質土では60～90%)
- 塩基組成 カルシウム、マグネシウム、カリウムの含有量の当量比は73：22：5
- ただし、CEC (陽イオン交換容量) が低い場合もK₂Oは最低15mg/100g以上は必要。

表1-4 土壌のCECと交換性塩基成分の好適範囲

CEC me/100g	CaO mg/100g	MgO mg/100g	K ₂ O mg/100g	CEC me/100g	CaO mg/100g	MgO mg/100g	K ₂ O mg/100g
5	72 ~ 92	15 ~ 20	15	16	229 ~ 294	49 ~ 63	26 ~ 34
6	86 ~ 110	18 ~ 24	15	17	243 ~ 313	52 ~ 67	28 ~ 36
7	100 ~ 129	22 ~ 28	15	18	258 ~ 331	55 ~ 71	30 ~ 38
8	114 ~ 147	25 ~ 32	15 ~ 17	19	272 ~ 350	58 ~ 75	31 ~ 40
9	129 ~ 166	28 ~ 36	15 ~ 19	20	286 ~ 368	62 ~ 79	33 ~ 42
10	143 ~ 184	31 ~ 40	16 ~ 21	21	300 ~ 386	65 ~ 83	34 ~ 44
11	157 ~ 202	34 ~ 44	18 ~ 23	22	315 ~ 405	68 ~ 87	36 ~ 46
12	172 ~ 221	37 ~ 48	20 ~ 25	23	329 ~ 423	71 ~ 91	38 ~ 49
13	186 ~ 239	40 ~ 51	21 ~ 27	24	343 ~ 442	74 ~ 95	39 ~ 51
14	200 ~ 258	43 ~ 55	23 ~ 30	25	358 ~ 460	77 ~ 99	41 ~ 53
15	215 ~ 276	46 ~ 59	25 ~ 32				

ウ 水田土壌の現状

この基準に照らしてカリ成分について、県内水田定点調査ほ場の調査結果(平成11年～14年度調査)を整理したものが図1-4および図1-5である。

交換性塩基成分の割合でカリが5%程度存在することが好適とされるが、好適範囲未満のものが、8割強となっており、土壌が保有するカリ成分は相対的に不足傾向にあると考えられる。

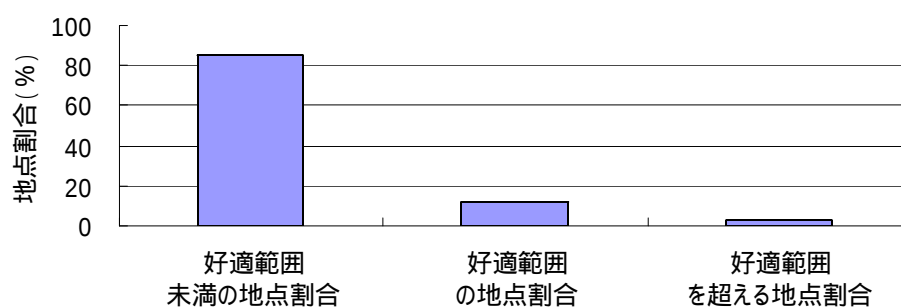


図1-4 交換性カリの好適範囲内地点の割合(定点調査 平11～14)

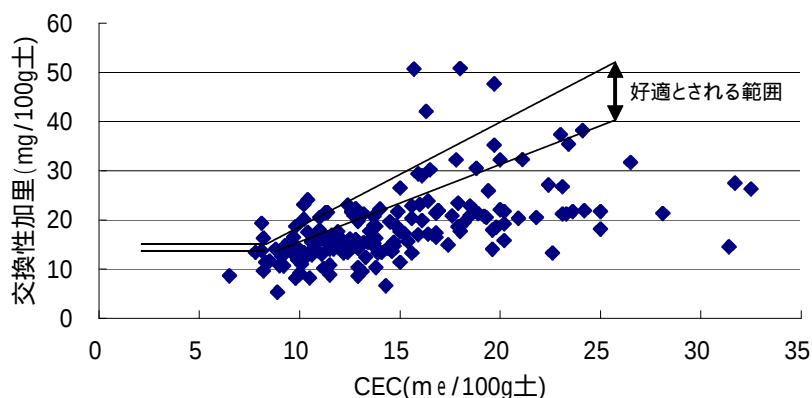


図 1-5 CECと交換性カリの分布(定点調査 平11～14)

注) グラフ中の直線で囲まれるエリア为好適とされる。

エ カリの収支と必要量

図1-6にカリの収支を例示する。図からみて、地表排出や浸透排出での流出量が多く、肥料を除く収支はマイナスとなる。

さらに、ウで示すように、県内で交換性カリの改良目標値に達しているほ場は少ないとみられ、栽培期間中のカリ施肥の必要性は高い。

また、米の品質低下が問題になってきている中で、穂肥のカリの省略は水稻の光合成能におよぼす影響が懸念される。

こうしたことから、カリは窒素と同程度を施用することを基本とする。

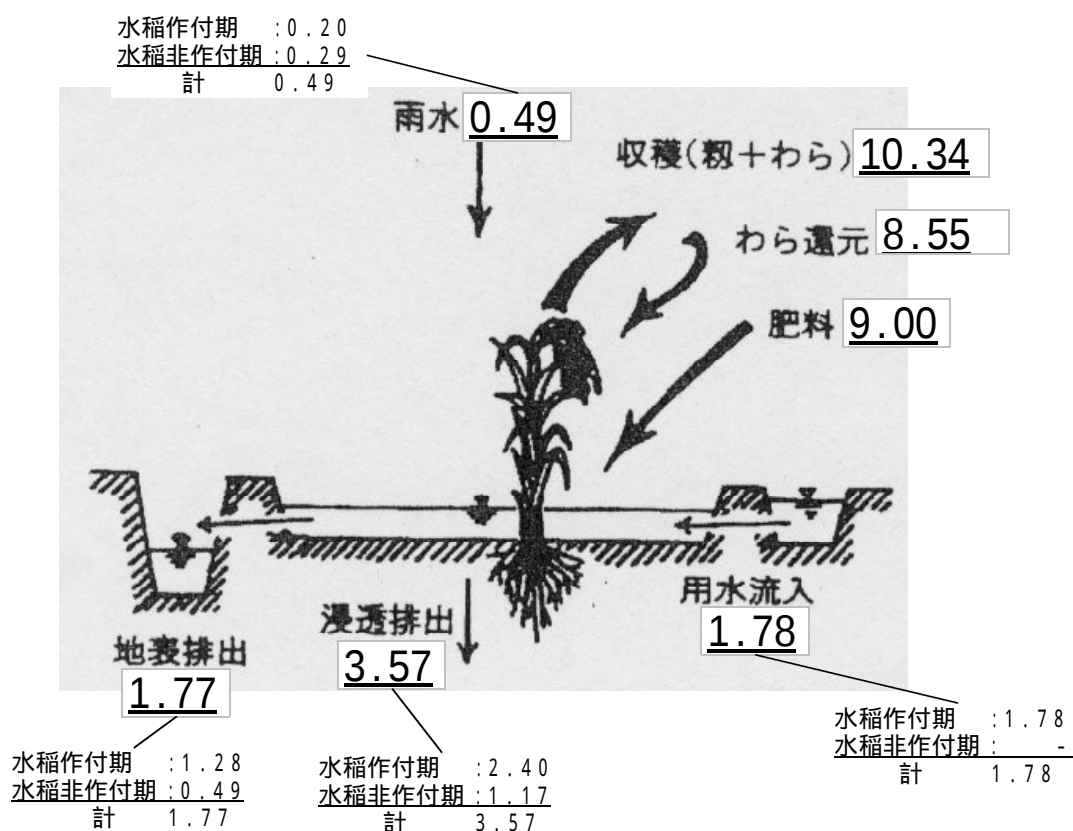


図 1 - 6 水稻作を巡る加里 (K) の収支 (単位: K-kg/10a)

滋賀県農業技術振興センター環境研究部調査データより

雨水、用水、浸透水、地表排水データについては、竜王町弓削地先(H5~11)、東近江市(旧五個荘町河曲、川並、H9~13)、長浜市(旧びわ町川道、H12~13)、安土町石寺(H15~16)、安土町東老蘇(H15~16)、東近江市下羽田(H19)における調査データを基に平均値を求めた。

収穫量、わら還元、施肥量データについては、基準点調査(1975~1997)のデータを基に作成した。

この図の例では、肥料を除く収支は以下のとおりとなる。

収入：雨水 + 用水 + わら還元 = 10.82

支出：地表排水 + 浸透排出 + 収穫 = 15.68

収入 - 支出 = - 4.86kgK/10a = - 5.9kgK₂O/10a

2) 有機物の利用

(1) 有機物の施用効果

有機物施用は、土壌の化学性、物理性、微生物性の全般にわたって改良する効果がある。現在流通している主な有機物を12種類に分類し、その原材料と施用効果を表1-5に示した。施用効果は、肥料的効果（主に窒素）・化学性改良効果（主に塩基、リン酸）・物理性改良効果（孔隙、保水力など）の3つに分け、大、中、小で示してある。

肥料的効果の大きいものは、全窒素含量が高く、炭素率（C/N比）が低く、分解しやすいものである。また、化学性改良効果は、リン酸や塩基成分の含量から判断しているが、資材によっては石灰だけが極端に大きいものがあり、塩基バランスを乱すことがあるので注意が必要である。物理性改良には、透水性や保水力改善などが中心で、繊維分の多い資材の施用効果が大きい。

施用上の注意事項を表中に簡単に示したが、たい肥や牛ふんきゅう肥が最も安心して施用できる。豚ふん、鶏ふんきゅう肥や食品産業廃棄物では肥料成分が多いため、施用量に注意する必要がある。また、木質が混合している場合、とくに未熟物はコガネムシなどの虫害、紋羽病などの病害の原因となりやすいので注意する。

表1-5 各種有機物の特性（藤原、1988）

有機物の種類	原材料	施用効果			施用上の注意
		肥料的	化学性改良	物理性改良	
堆肥	稲わら、麦稈および野菜くずなど	中	小	中	最も安心して施用できる
きゅう肥 (牛ふん尿) (豚ふん尿) (鶏ふん)	牛ふん尿と敷料 豚ふん尿と敷料 鶏ふんとわらなど	中大大	中大大	中小小	肥料効果を考えて施用量を決定する
(牛ふん尿) 木質混合堆肥(豚ふん尿) (鶏ふん)	牛ふん尿とおがくず 豚ふん尿とおがくず 鶏ふんとおがくず	中 中 中	中 中 中	大 大 大	未熟木質があると虫害が発生しやすい
パーク堆肥	パークやおがくずを主体にしたもの	小	小	大	同上
もみがら堆肥	もみがらを主体としたもの	小	小	大	物理性の改良効果を中心に考える
都市ごみコンポスト	家庭のちゅう芥など	中	中	中	ガラスなど異物の混合に注意する
下水汚泥堆積物	下水汚泥および水分調整剤	大	大	小	石灰の量に注意する
食品産業廃棄物	食品産業廃棄物および水分調整剤	大	中	小	肥料効果を考えて施用量を決定する

(2) 家畜ふん堆肥等の有機物施用

(家畜ふん堆肥の特性・成分等は、p. 5 1 「 - 1 家畜ふん堆肥の利用 」を参照)

ア 施用基準

土壌タイプ別の有機物施用基準は表1-6のとおりである。

表1-6 有機物の施用基準(ト/10a)

種類	牛			豚			鶏		たい肥	稲わらまたは麦稈
資材名または処理形態 対象水田	きゅう肥 (たい肥化したもの)	乾燥ふん (ビニールハウス乾燥)	おがくずもみぐら たい肥	きゅう肥 (たい肥化したもの)	乾燥ふん (わら等混合物を含む)	おがくずもみぐら たい肥	おがくず たい肥	乾燥鶏ふん		
湿 田	1	0.5	0.5	0.4	0.2	0.5	0.4	0.1	0.6	半量
乾 田	1~1.5	1~1.5	1.5~2	0.5~0.8	0.3~0.4	0.5~1	0.5~0.8	0.2	1.2	全量
漏 水 田	2	1.5	2	0.8	0.4	1	0.8	0.3	1.5	全量
黒ボク田	1~1.5	1~1.5	1.5~2	0.8	0.3~0.4	0.5~1	0.8	0.3	1	全量

イ 家畜ふん堆肥施用による基肥、追肥の減量

家畜糞尿別の標準的な窒素等の濃度およびその有効化率から計算される肥料代替量は表1-7、表1-8のとおりである。

家畜ふん堆肥を施用した場合、これらを参考に基肥を減量し、場合によっては追肥も省く。

表1-7 家畜糞尿施用基準の算定基礎

家畜糞尿 の種類	牛			豚		鶏		
	生糞	液状 厩肥	おがく ず堆肥	生糞	おがく ず堆肥	乾燥 鶏ふん	発酵 鶏ふん	おがく ず堆肥
窒素濃度(%)	0.35	0.45	0.6	0.6	1.0	3.0	3.0	2.0
有効化率(%)	30	55	15	70	35	70	40	35
有機物1ト施用 時の肥料代替量 (kgN/10a)	1.0	2.5	0.9	4.2	3.5	21	12	7.0

注) 水稻への全施肥量のうち有機物の肥料代替量(単年度)は、牛糞の場合 3 kgN/10a、豚糞、鶏糞の場合 6 kgN/10aまでとする。

表1-8 たい肥 1 t 当たりの減肥量 (kg/10a)

	窒素(非連用)	窒素(連用)	リン酸	カリ
稲わらたい肥	1 . 0	1 . 7	2 . 0	2 . 9
牛ふんたい肥	2 . 1	4 . 3	7 . 0	4 . 8
豚ふんたい肥	4 . 1	8 . 1	1 9 . 4	6 . 9
パークたい肥	1 . 1	1 . 9	3 . 1	1 . 8

農林水産省「土壌管理のあり方に関する意見交換会」報告書(H20.7)別紙1「たい肥等有機物を施用した場合の減肥マニュアル」より抜粋

ウ 牛糞堆肥連用田における施肥の省略

おがくず牛糞堆肥を毎年 2 t/10a 施用することで、窒素施肥量の削減が可能となる。半湿田では連用 7 年目までは基肥と追肥の減量、10 年目には基肥と追肥の省略ができる（下記表参照）。

また、牛糞堆肥連用田で可給態リン酸や交換性カリが改良目標値に達している場合は、牛糞堆肥 2t/10a 施用で年間で必要なリン酸およびカリが施用でき、栽培期間中は P K 施肥の省略が可能と考えられる。

農業技術振興センターの牛糞堆肥連用田の状況

- ・ 土壌タイプ：細粒グライ土
- ・ 牛糞堆肥の種類：おがくず牛糞堆肥
- ・ 牛糞堆肥連用開始：1973年から
- ・ 土壌の化学性(1996年)

	可給態 N (mg/100g)	可給態 リン酸 (mg/100g)	CEC (me/100g)	交換性塩基(mg/100g)		
				CaO	MgO	K ₂ O
稲わら連用田	4.8	10.2	19.7	347	52	26
牛糞堆肥連用田	8.7	14.8	25.2	292	58	48

注) 湿潤土30 4週間湛水培養法によるアンモニア化成量

牛糞堆肥 2 t /10a 施用の場合の三要素施用量 (1976～1998年の平均)

N : 12kg/10a、 P : 6.3kg/10a、 K : 19kg/10a

表 牛糞堆肥連用田における施肥節減が水稻収量におよぼす影響

試験期間 (連用年数)	ほ場、試験区	牛糞堆肥 施用量 (t/10a)	穂肥の種類	施肥N量(kgN/10a)				精玄米重 (kg/10a)
				基肥	追肥	穂肥	計	
1973～1981年 (連用1～9年目)	稲わら連用田・標準施肥	0	化成肥料	6	2	2	10	584±35
	牛糞堆肥連用田・減肥	2	化成肥料	3	0	2	5	600±25
1982～2000年 (連用10～28年目)	稲わら連用田・標準施肥	0	化成肥料	4	2	3	9	589±36
	牛糞堆肥連用田・減肥	2	化成肥料	0	0	3～4	3～4	602±39
1991,1992,1996～1998年 (連用19年目以降)	牛糞堆肥連用田・減肥	2	化成肥料	0	0	3～4	3～4	626±34
	牛糞堆肥連用田・無化学肥料	2	菜種油粕	0	0	3～4	3～4	630±36

基肥および追肥は塩加燐安(N-P₂O₅-K₂O:14-14-14)、穂肥はN K 化成(16-0-20)、菜種油粕 (N5%保証)

エ 稲わらによる土づくり

稲わらおよび土づくり肥料の連用により、土壤養分含量が維持・向上し、水稻の安定多収栽培が可能となる（表1-9、図1-7）。特に、塩基の溶脱が進みやすい乾田では、稲わらと土づくり肥料との併用効果が高い（表1-9）。また、土壤N肥沃度の向上とともに、水稻のN施肥節減が可能となり、それに伴う玄米蛋白含量の低下が認められ食味の向上が期待できる（表1-10）。

表1-9 稲わらの連用による土壤可給態Nの変化と増収効果

調査地 土壌タイプ 連用開始時期	試験区	処理(施用量 kg/10a/年)		土 壤 可給態N (mg/100g)	収量比
		有機物	土づくり肥料		
安 土 半湿田 1975年	化学肥料単用	-	-	3.0	(100)
	堆肥1t	稲わら堆肥1000	珪加150(11年目～)	4.2	106
	堆肥2t	稲わら堆肥2000	珪加150(11年目～)	4.6	106
	稲わら全量	稲わら	-	4.4	104
	総合改善	稲わら	珪加150・燐リソ40	4.2	105
安曇川 乾 田 1976年	化学肥料単用	-	-	1.7	(100)
	稲わら全量	稲わら	-	2.4	105
	総合改善	稲わら	珪加150・燐リソ40	2.5	111

注：1）土壤可給態N（湿潤土30 4週間湛水培養法によるアンモニア化量）の数値は1993～1997年の平均値。収量比の数値は連用10～20年の10年間の平均値。

2）水稻品種：日本晴。施肥N量：安土9.4、安曇川10.0kgN/10a。収量比は、有機物無施用区の精玄米重（安土600、安曇川506kg/10aを100とする）に対する指数を示す。

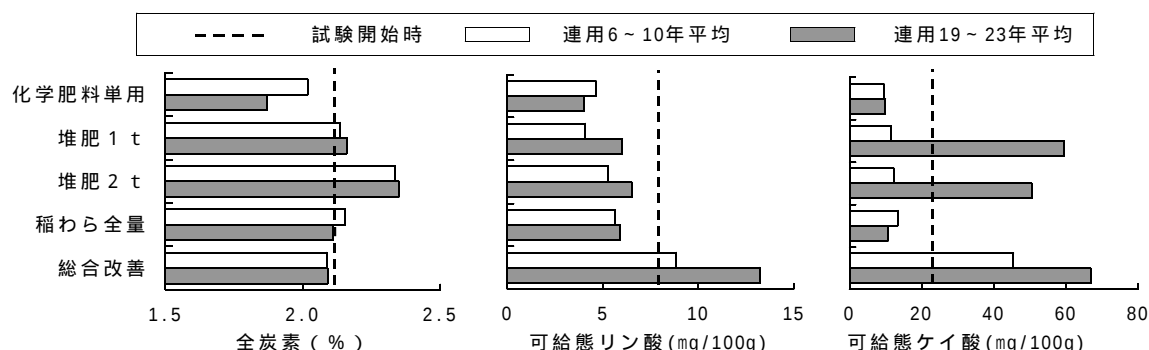


図1-7 稲わらおよび土づくり肥料の連用による土壤化学性の経年変化（安土、作土層）

注）可給態リン酸：トルオーグ法。可給態ケイ酸：pH4酢酸緩衝液抽出法。

試験区は表1-9を参照。

表1-10 稲わらの秋鋤込みの継続が水稻の収量と玄米蛋白含量におよぼす影響

試験区	施肥N量(kgN/10a)				水稻収量(kg/10a)		玄米粗蛋白 含量(%)
	基肥	追肥	穂肥	計	わら重	精玄米重	
化学肥料単用	2	1	2+2	7	537	530	6.52
稲わら全量	2	1	2+1	6	615	552	6.37
総合改善	2	1	2+1	6	605	543	6.02

注）調査地：安土。試験区：表1-9参照。連用24年目。品種：コシヒカリ。
玄米粗蛋白含量：水分15%換算値。

(3) 屑大豆の利用

屑大豆は、土壌中での分解が比較的早い有機物で、基肥、追肥としての利用が可能である。
屑大豆を肥料として使う場合の鋤込み時期は、窒素の損失が少なく、鋤込み量が少なくても春
が良いと考えられる。

屑大豆の窒素含有率は約 6 % であり、そのうち約 8 0 % が徐々に無機化するので、窒素約 5 %
の緩効性肥料とみなして施用量を決める。目安は表1-11のとおり。

表1-11 屑大豆の施用量の目安

区 分	コシヒカリ	日 本 晴
基肥として施用する場合	3 5 kg/10a程度	7 0 kg/10a程度
基肥、追肥分として施用する場合	7 0 kg/10a程度	1 4 0 kg/10a程度

平成 4 年度農業試験場試験研究成績概要「水稻に対する屑大豆施用法」完了試験研究成績(湖北分場)より。

3) 地力増進作物等の利用

(1) レンゲ

レンゲは、窒素含量が高く炭素率が低いため、土壤中で容易に分解されることから、化学肥料に匹敵する一種の有機質肥料である。そのまますき込むことで、水稻の減化学肥料栽培が可能となる。

また、レンゲはマメ科作物であり、根粒菌による空中窒素を固定・利用するため、レンゲ栽培には特に施肥の必要もない。

ア レンゲの栽培基準

均一な生育を確保するためには、前作水稻の収穫後に耕耘・うね立てを行い、十分な排水対策をした上で播種する（10月上旬に2kg/10a）。水稻の収穫直前の立毛中に播種して、排わらで被覆する方法では苗立率が高いが、排水が悪いと生育むらが大きくなる。

10月中旬以降の晩期播種では、播種量を多くする（4kg/10a）。

イ レンゲのすき込み時期

レンゲの生育は春先まで緩慢であるが、3月中下旬以降急激に旺盛となり、正常に生育した場合の生草重は、開花期前後で2～3t、開花盛期（開花期の約10日後）には4～5t、多い場合には6tに達する。

表1-12 レンゲの生育とN吸収量の推移（滋賀農試湖西分場 1990年）

すき込み時期 (月日)	草丈 (cm)	生草重 (kg/a)	レンゲ窒素 (%)	窒素吸収量 (kg/a)	備 考
4. 9 (開 花 期)	37	262	4.24	1.39	播 種：9月21日稲間散播 開 花 期：4月10日 開花盛期：4月19日 レンゲ窒素：乾物当たり%
4.19 (開花盛期)	60	508	2.86	1.58	
5.10	86	511	2.64	1.70	
5.21	102	506	2.51	1.61	

生草重が少なく、窒素含有率の高い開花期（ほ場全体の4割程度開花）がレンゲのすき込み適期で、この時期はまだ炭素率も低いため、土壤中での分解が早く、有機酸などの発生も少ない。また、土づくり対策として、レンゲすき込み時にケイカルまたは、含鉄資材を10a当たり100～150kg施用する。

ウ レンゲのすき込み法

レンゲの組織は非常にもろいので、ロータリ耕で容易にすき込むことができ、初めはレンゲを切断するつもりで浅く、次に深くすき込めば、ロータリへの絡みも少なく、2回の耕耘で精度の高いすき込みができる。

なお、レンゲのすき込み後、直ちに湛水するとレンゲが発酵して有機酸を発生し、稲の活着

や初期生育を著しく抑制するので、すき込み後は必ず畑状態に保って有機酸の発生を抑制することがレンゲ跡稲作のポイントとなる。

しかし、田植まで畑状態のまま長く放置すると、アンモニア態窒素は硝酸態窒素に変化して溶脱しやすくなるので、レンゲすき込み量が10a当たり2～3t（開花期前後）であれば、7～10日間畑状態に保ち、その後は代かきまで湛水してアンモニアの硝化作用を抑制する。

また、半湿田およびレンゲの生草重が急激に増加する開花盛期以降のすき込みでは、20日間程度畑状態に保ち、有機酸を除去してから、代かき・田植を行う。

エ 品種および育苗

（品種）レンゲの肥効は遅くまで持続するため、「極早生種」や「コシヒカリ」などの栄養成長期間の短い品種は避け、「日本晴」、「ゆめおうみ」などのラグ期が長く、耐倒伏・いもち病抵抗性の強い品種を作付する。

（育苗）レンゲ跡では初期生育が抑制されやすいので、育苗は健苗育成に心がける。なお、田植1週間前に箱当たり窒素1gの追肥を施用すると、初期生育の促進効果が高い。

オ 施肥等

開花期のレンゲは乾物当たり約4%の窒素を含むので、全量すき込めば窒素を10a当たり10kg以上施用したことになる。レンゲの窒素はすき込み後1ヶ月で約50%が無機化されるので、窒素過多を招く基肥・追肥は原則として施用しない（表1-13）。

なお、生育が抑制されたからといって、むやみに追肥を施用するのは危険である。土壤還元による生育抑制の恐れがあるため、必ず一度中干しを行い、それでも葉色が淡い場合のみ10a当たり2kg程度の追肥を施用する。

以上の点に留意すれば、レンゲの窒素は最高分けつ期、遅くとも幼穂形成期までには消失する場合が多いので、穂肥は標準移植栽培に準じて施用する。

なお、標準的な施用量は表1-13のとおりである。

表1-13 レンゲ跡水稻施肥基準（成分kg/10a）

成分名	基 肥	追 肥	穂 肥	計
窒 素	0	0	3～4	3～4

- 注）・原則として基肥、追肥は施用しないが、レンゲの生育が劣る場合（2t/10a以下）は基肥に窒素2kgを施用する。
- ・穂肥は出穂25～20日前に標準栽培どおり施用する。

表1-14 レンゲすき込み後の入水時期およびN施用法 (滋賀農試湖西分場 1991年)

試 験 区 入水時期 N施用法	6月6日		6月24日		成 熟 期			収 量 (kg/a)	
	草丈 cm	茎数 本/m	草丈 cm	茎数 本/m	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m	わら重 kg/a	玄米重 kg/a
1. すき込み10日後 NO-0-0-0					78	20.2	362	76.7	59.1(112)
2. " NO-0-2-2	24.7	217	39.7	428	81	20.7	406	78.9	60.7(115)
3. " NO-0-4-0					81	20.9	424	80.1	59.9(114)
4. " N2-0-2-2	25.0	255	40.9	504	83	20.7	446	85.8	61.5(117)
5. すき込み20日後 NO-0-0-0					75	20.0	373	74.3	53.4(101)
6. " NO-0-2-2	24.7	221	38.0	405	79	22.2	380	74.9	59.6(113)
7. " NO-0-4-0					77	20.8	373	73.9	57.7(109)
8. " N2-0-2-2	26.0	249	40.3	473	81	20.5	426	79.6	58.9(112)
9. 対 照 N2-0-2-2	25.9	231	40.8	444	74	19.8	355	78.7	52.7(100)

注) 品 種: 「こころづくし」

レンゲすき込み時期: 開花期(4月17日)、レンゲ生草重 2.7t/10a、レンゲT-N 4.3%

レンゲ由来窒素: 12.4kg/10a、代かき: 5月8日、田植: 5月10日

(2) ヘアリーベッチ

ヘアリーベッチは、マメ科作物で優れた緑肥効果を持つ。また、他感作用(アレロパシー)をもつことから、ほ場の雑草を減らす効果も期待される。

10月上中旬に播種すれば、水稻栽培前には十分な生育量を得ることができ、後作水稻に対しては、無施肥でも慣行栽培と同程度の収量が確保できる。

水稻の生育期間中は常に肥効が持続するため、倒伏に弱い品種については、鋤込み量を注意する必要がある。

また、ヘアリーベッチは湿害に弱いため、栽培には排水対策が重要である。

(3) 青刈り大豆

青刈り大豆は戦前まで緑肥として盛んに利用されていた。優れた地力増進作物であり、夏作を休閑しているほ場等での利用が考えられる。

7月上旬に播種すれば旺盛な生育量を確保できる。鋤込み時期は、着莢期に青刈り状態で、あるいは成熟期である11月のいずれでもよいが、後者の方がロータリーによる鋤込み作業性は容易である。

成熟期の地上部窒素還元量は14~26kg/10aを期待でき、高地温であれば分解は早く、跡地での水稻の基肥、追肥を無施用ないし半量以下に削減できる。

表1-15 青刈り大豆の収量、地上部窒素吸収量(1993)

播種時期	全 重 kg/a	子実重 kg/a	成熟期地上部 窒素吸収量 kg/a	C/N比
5月28日	29.0	17.0	1.36	15
7月 7日	43.2	20.1	1.78	15
7月29日	24.5	14.9	1.20	14

滋賀県農業試験場湖西分場 品種「黒千石」、播種量0.6kg/a散播、無施肥無防除

滋賀県農業試験場報告第37号(平成8年3月):「青刈り大豆、黒千石の栽培適性と水稻前作としての土壌管理法」

(4) 輪換田での栽培

大豆跡等の輪換田では、基肥、追肥を減量することができる。

品種は耐倒伏性の強い品種が望ましいが、「コシヒカリ」等耐倒伏性の弱い品種を栽培する場合は、1年転換の小麦 - 大豆跡に限定し、基肥なし、追肥なし～半量、穂肥は標準量とする。

飼料作物を収穫、搬出した場合も、基肥なし～半量とし、追肥・穂肥は標準量とする。

収穫物残渣、粗大有機物の腐熟を促進するため早期すき込みに努める。残渣等が多い場合は耕起回数を増やす。

表1-16 輪換田における施肥基準

作付体系	土 壌 型	施 肥 法
小麦 - 大豆	B、 B、 C、 C	基肥は標準の半量、追肥・穂肥は標準量
	A、 B、 A、 B	基肥なし、追肥・穂肥は標準量
小麦 - (飼料作物) - 野菜	A、 B、 B	基肥なし、追肥半量、穂肥は標準量
飼料作物・地力増進作物すき込み	A、 B、 B A、 B	基肥なし、追肥半量、穂肥は標準量

表1-17 田畑輪換による水稻の施肥節減 (滋賀農試湖北分場 1984～1989年)

土壌統群	畑転換年数		品 種	施肥区分					肥 料 節減率 (%)	精玄米重 (kg/10a)	倒伏 程度 (0～5)
	前作物	栽培ほ場		施肥量 (kgN/10a)	基	追	穂	実			
細粒グライ土 (木之本)	-	連作田	日本晴	9	4	2	3	-	-	677	
	2年・大豆	復元田	"	7	2	1	4	-	22	633	
	2年・大豆	"	日本晴	9	4	2	3	-	-	638	2.5
		"	"	7	2	2	3	-	22	638	1
	1年・大豆	"	コシヒカリ	9	2	2	3	2	-	624	5
	"	"	"	7	0	2	3	2	22	619	4
中粗粒グライ土 (安土)	-	連作田	日本晴	10	3	3	4	-	-	645	
	1年青刈大豆	復元田	"	7	2	3	2	-	30	630	

4) 効率的な窒素施肥技術

(1) 施肥窒素利用率の向上技術

水稻が生育期間中に吸収する窒素の半分以上を、土壌有機物の窒素無機化により供給される窒素（地力窒素）が占めており、これを補い、各生育時期に水稻が吸収する窒素量を適正なレベルにすることが窒素施肥の役割である。

水稻の安定生産を可能とした上で施肥の減量を図るためには、水稻の施肥窒素利用率の向上が重要である。被覆肥料（緩効性肥料）の側条施肥は、施肥窒素の水稻利用率が極めて高くなり、速効性肥料の全層施肥に比べ、施肥量を減らすことができる。（図1-8、表1-18）また、穂肥（表層施肥）の水稻利用率も高く、基肥（緩効性肥料の側条施肥）と穂肥の施肥体系が最も効率的である。

さらに、施肥効率の向上により、水田からの肥料成分の流出も軽減できる。

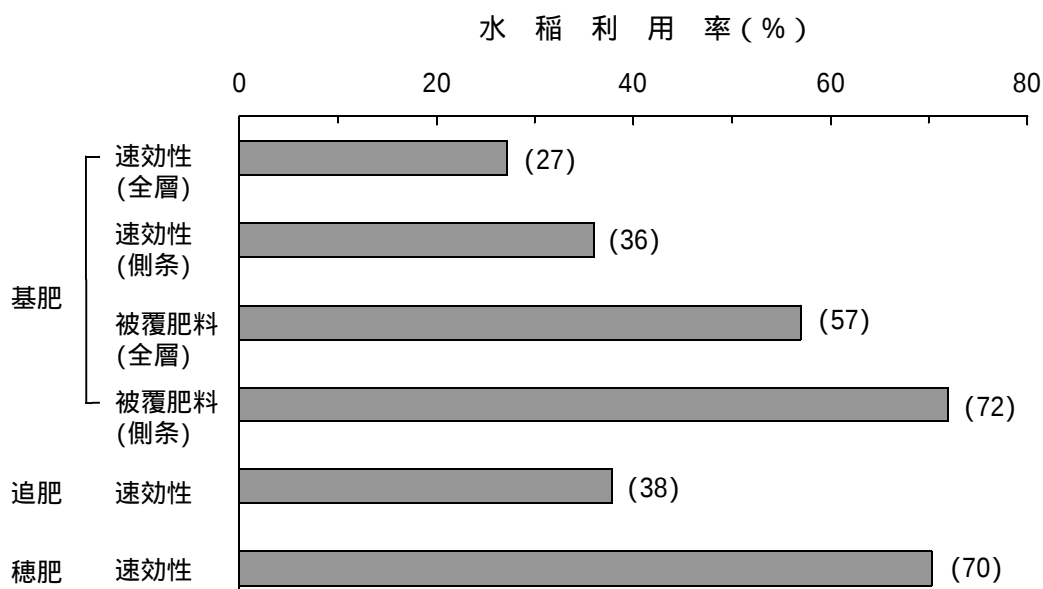


図1-8 水稻の施肥窒素利用率（滋賀農試 1986、92、98年）

注）圃場枠試験による重窒素標識肥料を利用した試験結果をとりまとめ平均値で示した。

表1-18 施肥量の比較例

(kgN/10a)								
品種	地区	帯分	基肥の施肥法	基肥の種類	基肥	追肥	穂肥	計
コシヒカリ	平坦		全層	速効性	2	2	2	8
			側条	緩効性	4		3	7

(2) 水稻施肥診断システムの利用

高品質米の安定生産のためには、地力窒素の発現や肥料窒素（化成肥料、有機質肥料）の溶出と水稻窒素吸収のパターンを把握し、各生育時期（幼穂形成期、成熟期等）において水稻の窒素保有量が適正なレベルになるように施肥量を設定することが必要である。水稻施肥診断システムでは、この考え方に基づき施肥診断ができ、効率的な施肥とともに環境への負荷の軽減にも貢献する。

ア システムのフロー

本システムのフローは、地力窒素の発現量予測、肥料窒素の溶出量予測、水稻の窒素吸収量予測および施肥診断（適正な施肥量の決定）で構成される（図1-9）。予測式は、いずれも移植後の日平均地温（深さ5 cm）の積算値を変数とし、土壌タイプ、品種および肥料の種類に適合したパラメータが予め設定されている。

地力窒素発現量は、可給態窒素含量（湿潤土の湛水培養法によるアンモニア化量）、作土深およびその仮比重を入力して予測する。肥料の窒素溶出量は、肥料の種類や施肥時期および施肥位置（基肥の場合、全層か側条）を選択して予測する。水稻窒素吸収量は、地力窒素と肥料窒素とを区別して予測でき、生育診断による推定値や実測値とも対比して、最適窒素保有量に必要な施肥量が診断できる。

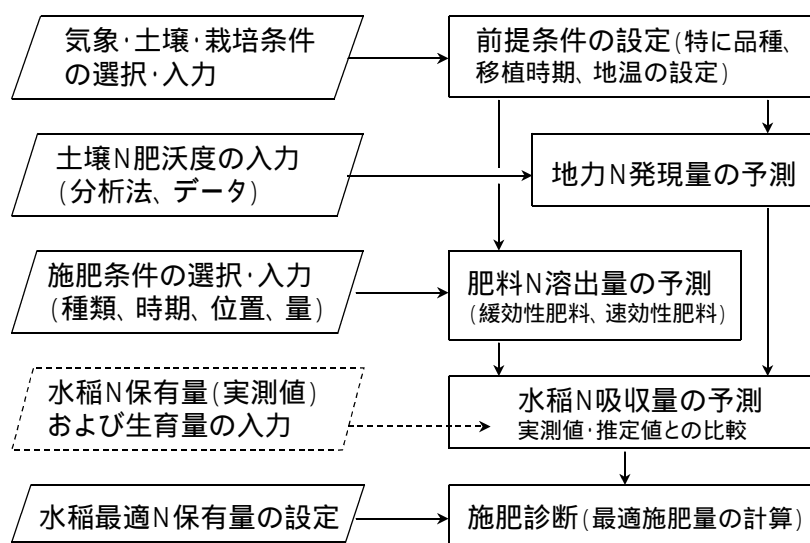


図1-9 水稻施肥診断システムのフロー（滋賀農試 1996年）

イ システムの適用例

農試本場（土壌型： B ）で日本晴を供試した結果の表示例を図1-10に示す。

水稻の窒素吸収量の予測値は、生育時期別の実測値や推定値と概ね一致し、本予測モデルの有効性が認められた。施肥診断については、まず幼穂形成期の水稻窒素吸収量の予測値が最適窒素保有量とほぼ一致するので、基肥の施用量は当初どおりとした。そして、成熟期の

最適窒素保有量と一致するように穂肥を診断した結果、理想的施肥量は2.7kgN/10aで、1.3kgN/10aの減肥が可能と計算された。

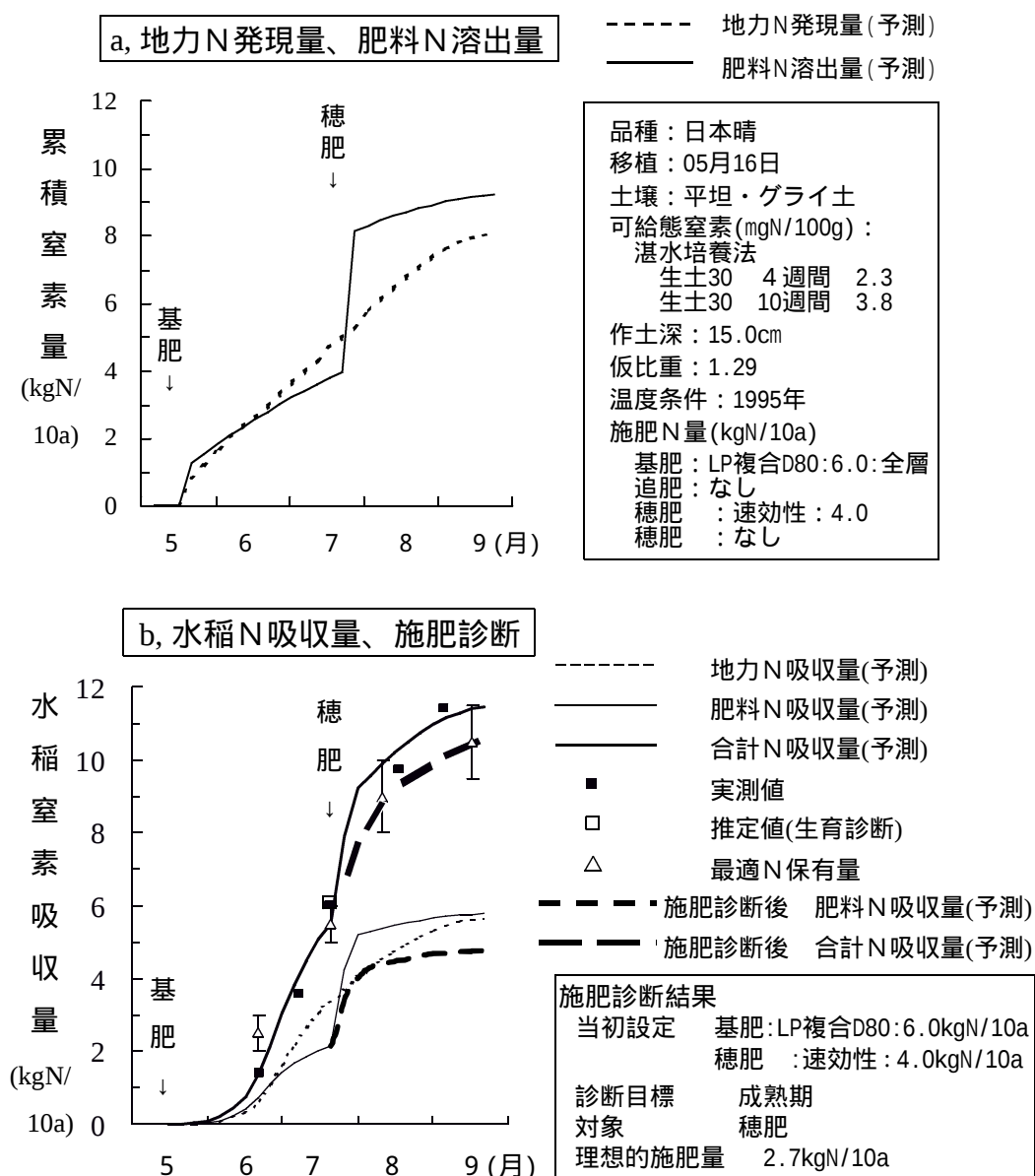


図1-10 水稻施肥診断システムの適用例
 (被覆肥料の全層施用区、滋賀農試 1995年)

ウ 窒素施肥の効率化にともなうリン酸、カリの減肥

本システムは窒素の施肥診断システムであるが、窒素施肥の効率化にともない、複合肥料のリン酸、カリの節減にも貢献する。

5) 施肥実態等の変遷

昭和54年以降、5年毎に県内の240地点で調査している定点ほ場の土壌改良資材や肥料の施用実態の変遷を整理した。

(1) 有機物の施用

有機物が施用されているほ場数とその割合について表12に集計した。

これらはすべてアンケート調査に基づいており、稲わら等の作物残渣のほ場還元については、ここでは有機物施用に含めていない。

第1巡目(昭和54～59年)には6.4%のほ場で有機物が施用されていた。有機物の種類としては牛糞堆肥の割合が多く、他に鶏糞や豚糞堆肥が施用されていた。第5巡目には有機物の施用ほ場の割合が8.5%となっており、おおむね横ばいの状態にあるが、牛糞堆肥施用ほ場での単位面積あたり牛糞堆肥施用量は第2巡目をピークに減少している。

表12 有機物が施用されている水田の割合の推移

	調査有効 ほ場数	散布されて いるほ場数	その 割合(%)	うち 牛糞堆肥 施用ほ場数	その 割合(%)	牛糞堆肥の 平均的な 施用量 (kg/10a)※1
第1巡 (S54～59)	188	12	6.4	8	4.3	2229
第2巡 (S59～63)	202	11	5.4	5	2.5	2520
第3巡 (H1～5)	205	21	10.2	7	3.4	1471
第4巡 (H6～10)	206	11	5.3	5	2.4	1560
第5巡 (H11～15)	141	12	8.5	8	5.7	1725

※1 牛糞堆肥の平均的な施用量については施用されているほ場のみでの平均値

(2) 土壌改良資材の施用

土壌改良資材が施用されているほ場数について表13に示した。

第1巡目には91%のほ場で何らかの土壌改良資材が施用されていたが、その後に減少傾向となり、第5巡目には62%となった。また単位面積あたりの施用量も減少している。

土づくり肥料として施用されるリン酸について、第1巡目の施用量は平均9.1kg/10aであったが、第5巡目には5.3kg/10aとなり、2/3以下になった(図15)。表14には主要な土壌改良資材の施用ほ場数、その割合、平均施用量

表13 土壌改良資材が施用されている水田の割合の推移

	調査有効 ほ場数	資材が 散布されて いるほ場数	その割合(%)
第1巡 (S54～59)	188	172	91.5
第2巡 (S59～63)	199	156	78.4
第3巡 (H1～5)	215	160	74.4
第4巡 (H6～10)	205	137	66.8
第5巡 (H11～15)	141	88	62.4

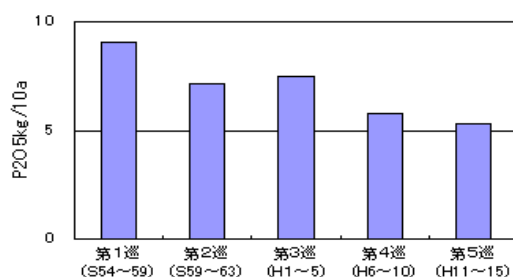


図15 定点ほ場におけるりん酸施用量の推移(水田)

※土壌改良資材として施用されるりん酸資材分のみを表示。
肥料として施用されるものを含まない。

について整理した。全ほ場あたりの熔成りん肥の施用量は経年的に減少傾向にある。

表14 土壌改良資材施用の推移

		鉾さいケイ 酸 質肥料	熔成りん肥	焼成りん肥	含鉄物	混合りん肥	
第1巡 (S54-58)	施用ほ場数	100	112	31	28	20	
	施用ほ場の割合(%)	53.2	59.6	16.5	14.9	10.6	
	平均施用量(kg/10a)	139.7	54.3	35.5	199.8	27.0	
	平均施用量(kg/10a)	74.3	32.3	5.9	29.8	2.9	
第2巡 (S59-63)	施用ほ場数	94	110	16	-	20	
	施用ほ場の割合(%)	47.2	55.3	8.0	-	10.1	
	平均施用量(kg/10a)	152.5	55.0	20.3	-	29.5	
	平均施用量(kg/10a)	72.0	30.4	1.6	-	3.0	
第3巡 (H1-5)	施用ほ場数	82	109	31	25	14	
	施用ほ場の割合(%)	38.1	50.7	14.4	11.6	6.5	
	平均施用量(kg/10a)	133.9	54.0	21.8	208.6	35.4	
	平均施用量(kg/10a)	51.1	27.4	3.1	24.3	2.3	
第4巡 (H6-10)	施用ほ場数	90	84	-	15	39	
	施用ほ場の割合(%)	43.7	40.8	-	7.3	18.9	
	平均施用量(kg/10a)	139.1	58.5	-	141.3	26.1	
	平均施用量(kg/10a)	60.8	23.8	-	10.3	4.9	
平均施用量 については、[全施用量] / [施用されたほ場数]で計算している。							
平均施用量 については、[全施用量] / [調査対象全ほ場数]で計算している。							
混合物についてはその配合割合によって各資材量に配分して集計している。							
		石灰窒素	熔成りん肥	重焼りん	ケイカル等 その他 ケイ酸質 資材	含鉄物	
第5巡 (H11-15)	施用ほ場数	3	18	27	21	32	9
	施用ほ場の割合(%)	2.1	12.8	19.1	14.9	22.7	6.4
	平均施用量(kg/10a)	15.7	43.9	30.4	127.6	144.4	164.4
	平均施用量(kg/10a)	0.3	5.6	5.8	19.0	32.8	10.5
その他ケイ酸質資材や含鉄物の欄についてはそれぞれリン酸資材との混合物も集計している。							
平均施用量 については、[全施用量] / [施用されたほ場数]で計算している。							
平均施用量 については、[全施用量] / [調査対象全ほ場数]で計算している。							
集計の方法が第1～4巡目と第5巡目は連続していないことに留意。							

(3) 水稻施肥の傾向

アンケート調査からみた水稻施肥における肥料の3要素(NPK)の施用量の推移を図17～19に示した。

ア 窒素施肥

全施肥量については、第1巡目の10.9kg/10aから第5巡目には7.6kg/10aと減少している。

第1～2巡目は新施肥法の普及とともに、基肥重点から追肥重点の施肥体系に移行する時期であり、基肥の施用量が第1巡目には5.1kg/10aであったが、第2巡目には3.7kg/10aと減少している。

第4巡目から第5巡目にかけて、基肥施用量がわずかに増加している傾向にあるのは、被覆肥料等による追肥省略型の施肥法が徐々に増えている影響と考えられる。またこの間、施肥回数も減少しており、基肥に緩効性肥料が施用されるなどして、追肥が省略されるほ場が増えていた。

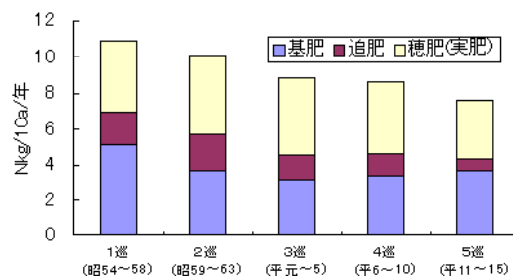


図17 定点ほ場における窒素施肥量の変遷(水稻)

イ リン酸施肥

全施肥量については、第 1 巡目の 7.0kg/10aから第 5 巡目には5.3kg/10aと減少している。

リン酸は窒素とともに施用されるため、経年変化も窒素と類似する傾向を示した。

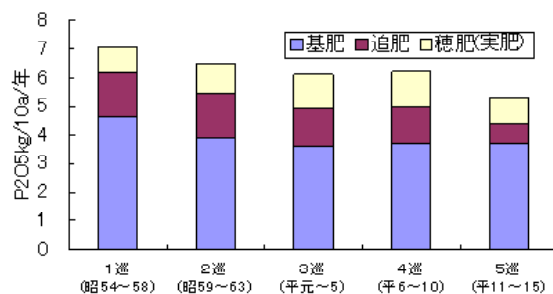


図18 定点ほ場におけるりん酸施肥量の変遷(水稻)

表15 リン酸投入量の推定 (P₂O₅kg/10a年)

	水稻施肥	土改資材	計
1巡(昭54~58)	7.0	9.1	16.1
2巡(昭59~63)	6.5	7.2	13.6
3巡(平元~5)	6.1	7.5	13.6
4巡(平6~10)	6.2	5.8	12.0
5巡(平11~15)	5.3	5.3	10.6

ウ カリ施肥

全施肥量については、1巡目に11.7kg/10aであったが、第5巡には7.8kg/10aと2/3程度となった。

カリについても、窒素とともに施用されるため、経年変化は窒素と類似する傾向が認められる。

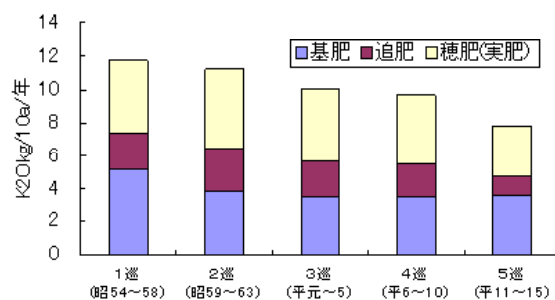


図19 定点ほ場における加里施肥量の変遷(水稻)