

転換畑における作付体系別塩基の収支について*

若山 譲・河本 泰

要 約

若山 譲・河本 泰(1983): 転換畑における作付体系別塩基の収支について。広島農試報告46: 41~52。

花こう岩水田の転換畑において、大豆・麦作、飼料作、野菜作と水稲作など、作付様式の違いと塩基の流亡量、流亡濃度の推移ならびに塩基の収支についてライシメータを用い3か年にわたって検討した。

その結果、降水量に対する流亡量は50~70%であった。塩基のうち石灰、苦土の溶脱量は浸透水量に左右され、水田は畑より多く、また土壌改良資材の施用量によって異った。なお、石灰、苦土の溶脱は加里に比べ遅い傾向がみられた。夏冬作での石灰、苦土の溶脱量は、ほとんどの作付で夏作期間に多かったが、野菜作では冬期に多くなった。

塩基の収支では、石灰は年間収入7.2 kg (水稲単作) ~19.2 kg CaO/a (野菜作) で、支出は5.3 kg (大豆・麦作) ~10.9 kg CaO/a (野菜作) となり、支出の約80%は浸透水からの溶脱であった。苦土は石灰とほぼ同様の傾向にあったが、溶脱量の最も多い野菜作で1.5 kg MgO/a であった。加里は収入1.7~5.2 kg K₂O/a、支出2.2~5.4 kg K₂O/a と支出が収入を上回り、支出の大半は作物への吸収であり、とくに飼料作物の加里収奪量が多かった。

I 緒 言

中国地域ごとに広島県の水田の土壌型は灰色低地土(乾田)が約46%と最も多く、他の乾田土壌型を加えると約78%となる¹⁾。また、標高300m以下は年平均気温13~17°Cと温暖で雨量に恵まれていることから、気象的、土壌的にも二毛作あるいは転換畑として定着しやすい立地条件にある。とくに、中粗粒質灰色低地土、礫質灰色低地土では畑転換が容易であり、水田の多毛作化による生産性の向上を図るうえでは好適土壌条件にあるといえる。しかしながら、これら水田土壌の母材は花こう岩あるいは流紋岩に由来していることから、塩基置換容量が小さく、養分の保持力が弱い。このことから転換畑としての土壌の維持管理には、本土壌の特性を踏まえた管理方策を明らかにしなければならない。さらには、転換畑作物の種類によって培地の好適条件や施肥量も異なることから、それぞれの作付に適応した肥培管理を行う必要がある。

* 本報告の一部は1982年4月の日本土壌肥料学会大会(福岡)で発表された。

そこで、このような養分の流亡の多いと思われる転換畑土壌における作付体系別の養分の供給と流亡、収奪、すなわち養分収支について、まず、塩基の収支を明らかにしようとした。塩基の流亡を把握するには、圃場条件ではこれらを定量的にとらえることは不可能に近い。従来から、無機成分の流亡の検定には鉢試験^{2,4)}やライシメータ^{3,5,6)}で行われているが、転換畑の養分の収支について行われたものはほとんどない。ここではライシメータを用い、転換畑の作付体系として、大豆・麦作、飼料作、野菜作を水稲作と対比して、塩基の収支を1979年6月から'81年6月まで検討したので報告する。なお、この試験は農林水産省指定の花こう岩系水田の施肥改善試験一課題である。

II 試 験 方 法

本試験は花こう岩沖積土、善通寺統の土壌(作土15cm)を充填して、3年間水稲の均一栽培をつづけた農試内設置のライシメータ(1.5m×2.0m、土層65cm)を使用した。供試水田土壌の理化学性は第1表に示した。試験は1979年6月より開始した。作付体系として、水

稲単作, 水稻・麦, 大豆・麦, シコクビエ・エンパク, ニンジン・キャベツおよび水田裸地, 畑裸地の7処理とした。施肥量, 土壌改良資材の施用量は第2表に示した。

栽培法は, 広島県の普通作, 野菜作栽培指針に準じた。また水田作では2年に1度, 珪酸石灰を20 kg/a 施用した。畑作においては, 炭酸苦土石灰で作付前に pH 6.5 に矯正した。使用肥料はすべて単肥を用い, 窒素は硫酸アンモニウム, リン酸は過リン酸石灰, 加里は塩化カリウムを施用した。また, 各作付区とも稲わら完熟堆肥を1作 75 kg/a 施用した。なお, 水田裸地区, 畑裸地区は無肥料, 無堆肥とした。

浸透水および表面流去水の採水方法は, 水田裸地区, 水稻作付区においては水稻栽培時に浸透水のみ採水し, 減水深を10 mm/日 になるようにピンチコックで調節し, 200 l 容のポリタンクに採水した。畑地の採水方法は, 浸透水および表面流去水を別々のポリタンクに採水した。

分析方法は, 浸透水, 表面流去水については工場排水試験法 (JIS-K0102), 土壌は地力保全基本調査における分析法, 作物体は乾式灰化後珪酸分離し, 石灰, 苦土は原子吸光法, 加里は炎光光度法により分析を行った。

第1表 供試作土の化学性 (試験開始前)

pH (H ₂ O)	T-C (%)	T-N (%)	置換性塩基 (mg/100g)			CEC (me)	リン酸 吸収係 数
			CaO	MgO	K ₂ O		
5.40	0.94	0.09	82.5	3.1	4.2	7.8	280

注) 中粗粒灰色低地土, 灰褐系, 土性 SL.

Ⅲ 試験結果

1. 水の収支

1979年6月から'82年6月までの3か年間, 各作付ごとに6月の夏作植付(播種)時から5月の冬作収穫時までを1年度とした。調査期間中の降水量は, 夏作期間(6~10月)では1979年度 938 mm, '80年度 1,124 mm, '81年度 835 mm であり, 冬作期間(11~5月)では'79年度 708 mm, '80年度 721 mm, '81年度は 575 mm であった。

1年間に得られた表面流去水量と浸透水量の合量を流亡量とした。また, 流去率は降水量と灌水量の合計に対する流亡量の割合で示した。第1図は3か年の作付別流亡量および流去率である。年間流亡量は水田では灌がい水が降水量に加わることから, '79年度, '81年度では転換畑(以後畑という)の約1,000 mm に対し約500 mm 増加した。また'80年度は降水量が多かったことから畑地で増加した。流去率(降水量+灌水量(水田)に対する)については, 3年間を通じ50~70%であり, 各作付区では日照が多く蒸発散の多い'79年は, 日照が少なく蒸発散の少ない'80年に比べて流去率は小さくなった。表面流去水については畑地の調査結果から, 作付の有無によって大きく異なり, 流亡量に対する表面流去水の割合は, 作付で5~10%であったのに対し, 裸地では20~30%と多くなった。また, 夏期, 冬期別では, 水稻・麦作の冬期の表面流去率は僅か2%程度であり, 畑地においても表面流去水のほとんどは夏作期間に流亡した。

第2表 作目及び施肥量と資材施用量 (kg/a) (1979年6月~1982年6月平均)

作目	品 種	三 要 素			土壌改良資材		1979年の栽培概要		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	移植・播種	収 穫	
夏作	水 稻	中生新千本	1.00	0.64	1.05	4.38	0.25	6月11日	10月12日
	大 豆	アキシロメ	0.20	0.40	0.40	4.85	2.15	6月26日	10月29日
	シコクビエ	—	1.70	0.50	1.70	7.93	2.63	6月15日(条播)	10月25日
	ニンジン	新黒田五寸	2.23	1.40	2.10	11.60	3.75	7月28日	10月25日
冬作	麦	シラヒメハダカ	1.03	1.00	1.05	7.46	2.82	11月2日(条播)	6月3日
	麦(大豆跡)	〃	1.03	1.00	1.05	1.86	0	11月2日(条播)	6月3日
	エンパク	前 進	1.23	0.57	1.25	4.32	1.26	11月2日(条播)	6月3日
	キャベツ	青 空	2.50	1.20	2.55	7.02	2.31	11月8日	5月28日

夏作期間の水収支をさらに月別にみた。ここではシコクビエ作について述べる。その結果は第2図に示した。

夏作期間の流出量は、1979年 422 mm, '80年 874 mm, '81年 520 mm であり、流出率は45.2%, 77.8%, 62.3% となった。

月別の水収支をみると、1979年と'81年は類似し、6月の降水量が多くその流出率は夏作期間中の47.1%, 54.8%と約半量が流出した。また'80年は6月の降水量が少なく、流出率も夏作期間中の7.3%にすぎなかったが、7月、8月に降水量が多く、流出率は期間中の34%, 45%となり、ほとんどがこの時期に集中した。表面流出水は1979年にとくに多い。これは6月に集中的に強雨があったことによるものである。

2. 浸透水中の塩基の濃度および溶脱量

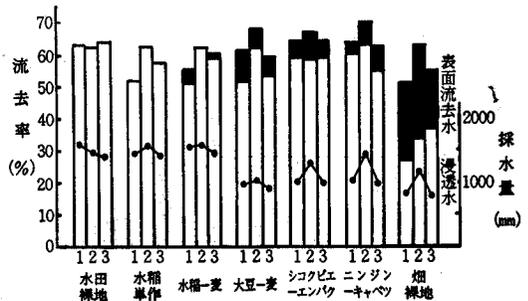
作付体系別の浸透水について石灰、苦土および加里の溶脱量ならびにこれらの平均濃度は第3, 4, 5図に示した。

石灰の溶脱：第3図より、夏作期間の石灰溶脱量についてみると、3か年をとおした溶脱量は畑地より水田が多い。また作付することにより増加し、最も溶脱量の多いのは水稲・麦の作付体系であり、最も少ないのは大豆・麦作付体系であった。年次別にみると、1979年は畑より水田がはるかに多いが、'80, '81年はその差が小さく、畑地において溶脱量が増加した。これら作付体系別の石灰溶脱量は、夏作期間の年次間では降水量の多少やその年の石灰資材施用量による影響は表われていない。

裸地区と作付区との比較において、'79年は水田、畑地とも、それぞれの裸地と作付の溶脱量にはほとんど差がなかった。'80年は、水田では裸地区より作付区の溶脱が多くなり、また、畑地においても水田と同様に作付区が増加した。中でもシコクビエ作区は裸地区の約6倍であった。'81年においても'80年と同様に作付により溶脱量は増加し、なかでもニンジン作区で多くなった。

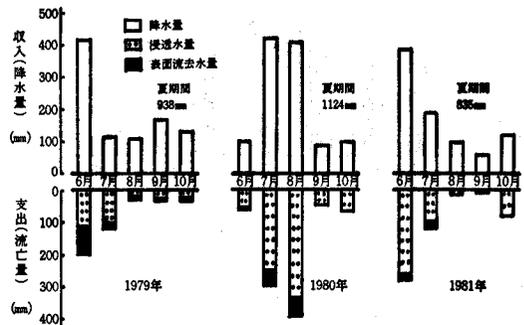
つぎに、浸透水中の石灰濃度を夏作期間の平均濃度でみると、裸地区とくに畑地の裸地における濃度が低い。作付区では水田より畑地で年次変化が大きく、畑地では各作付区とも年次とともに石灰濃度が高まり、とくにニンジン(キャベツ)作区で高まった。

第3図の冬作期間の石灰溶脱量については、水田においても酸化状態であり、総じて夏作期間より冬作期間の溶脱量は少ない。ただし例外としてキャベツ作では石灰溶脱量が著しく多く、夏作期間よりも増加した。水田および畑の裸地区の比較では水田(畑状態)が畑地より増加した。冬作期間の溶脱石灰平均濃度は畑・水田裸地区



第1図 作付体系別の採水量およびその流出率

注) 1; 1979年 降水量 1646mm
2; 1980年 降水量 1845mm
3; 1981年 降水量 1410mm



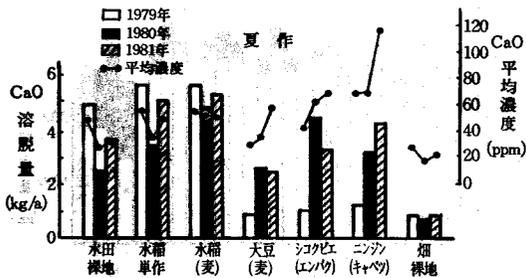
第2図 畑作(シコクビエ)における月別水収支

＜麦(水稲)作区＞畑作付区との順となり、12~94 ppmの開きがみられた。

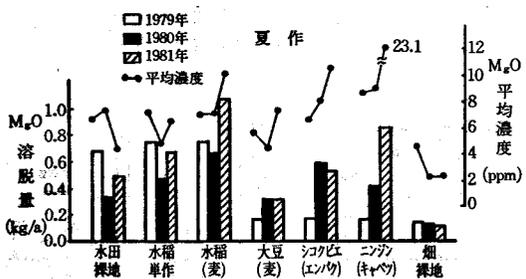
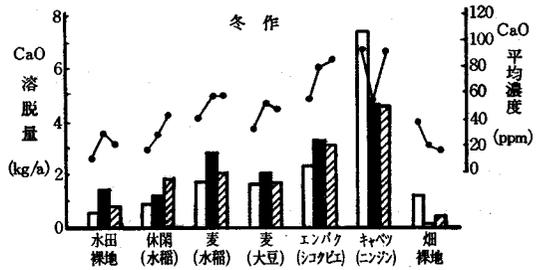
苦土の溶脱：第4図より、夏作期間の苦土の溶脱量は石灰溶脱量の13~18%と少ないが、作付による溶脱量は石灰と類似の傾向を示し、水田は畑より溶脱量が多く、畑ではニンジン作区で'81年度にとくに多い。また、水田裸地区は畑裸地区より多い。苦土の夏作期間の平均濃度も処理区別あるいは年次別変化も石灰の濃度変化と同様の傾向を示した。

また、冬作期間の苦土溶脱量および濃度についても、傾向は石灰と類似し、キャベツ作区で苦土の溶脱量が多かった。なお、降水量の多少、改良資材の施用量による溶脱量の影響はキャベツ作区を除き、明らかでなかったことも石灰の場合と同様であった。

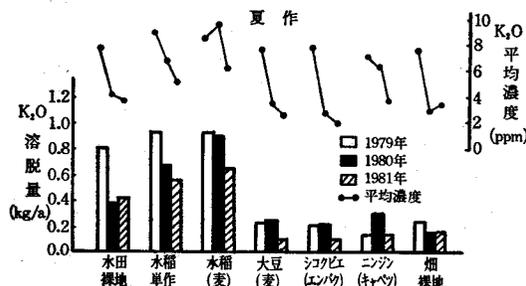
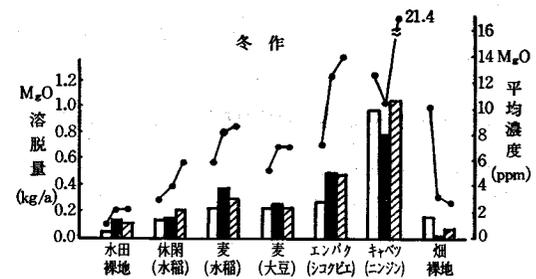
加里の溶脱：第5図の加里の溶脱量は石灰、苦土のそれに比べ異った様相を示した。すなわち、夏、冬をとおして畑作および水田裏畑作においては、3か年とも溶脱量はきわめて少なく、ほとんどの畑作区で0.2 kg K₂O/a以下であった。これに対し、水田(湛水)稲作では溶脱量が多く、3年平均で0.7~0.8 kg K₂O/aであり、



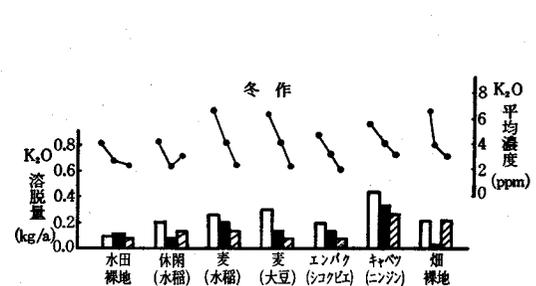
第3図 浸透水による石灰溶脱量の年次推移および平均濃度



第4図 浸透水による苦土溶脱量の年次推移および平均濃度



第5図 浸透水による加里溶脱量の年次推移および平均濃度



水稲・麦作区で増加した。また、水田裸地地区においても溶脱量が畑作より多かった。年次別加里の溶脱量は、水田作では漸減の傾向がみられた。

加里の溶脱濃度についてみると、水田夏作でやや高いが、夏、冬作期間を通じて2~10 ppmの範囲で変動した。その変動は総じて、年次の経過とともに減少する傾向がみられた。とくにシコクビ作区で年次間の減少が著しいが、これは植物の加里吸収の増大がもたらした結果であろう。

3. 夏作期間の浸透水中の月別塩基溶脱量および濃度

夏作期間の石灰、苦土および加里について、1980年の

月別溶脱量と濃度をみた。その結果は第6, 7, 8図に示した。

第6図の月別石灰溶脱量をみると、水田では7, 8, 9月に漸次増加し、その期間の溶脱量が多い。また作付によって多くなり、水稲(麦)区>水稲単作区>水田裸地地区の順となり、8月ではそれぞれ1.3, 1.0, 0.8 kg CaO/aの溶脱量を示した。畑地のシコクビ作区では7月の溶脱量が水稲(麦)作区の約2倍と多くなったが、8・9月には水稲単作区と大差ないまでに低下した。畑裸地地区は水田裸地地区よりも終始低い。このことから石灰の流亡は湛水および浸透水量の影響を強くうけることが認められた。

一方、石灰の時期別濃度変化をみると、水田では作付

により漸増の傾向がみられた。濃度値は、水稻(麦)区は水稻単作区の18~48 ppm CaOの推移より30~10 ppm高い。これは麦作時のpH 矯正のための石灰資材施用の影響であろう。畑作(シコクビエ作区)では水稻作区に比べて高く、とくに6月下旬, 9月上旬に高く8月が低く時期別濃度変化が大きい。

第7図の月別苦土溶脱量は総じて石灰溶脱量の約1/8程度であり, 7・8・9月に溶脱量の多いこと; 水田では作付によって増加することなどは石灰溶脱量と同様の傾向を示した。一方, 苦土の時期別濃度変化も水田では石灰と類似の傾向であり, また畑作においても同様な推移を示し, 6月下旬と9月・10月に高い濃度を示した。

これら石灰および苦土の浸透水中の月別濃度は, 畑作においては降水量(第2図)との関係が大きく, 降水量の少ない月は濃度が高く, 多い月は濃度が低くなった。

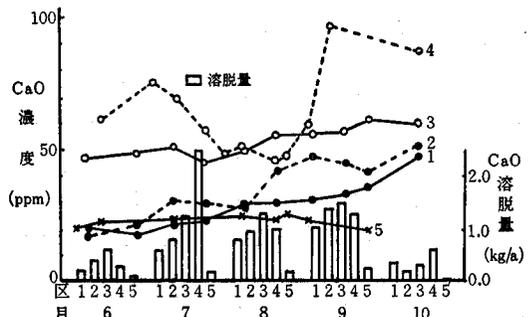
第8図の月別加里溶脱量についてみると, 加里は苦土の溶脱量より若干少ない傾向がみられる。その溶脱量は水田で多く, また水田の作付によって増加することは石灰, 苦土の場合と変わらない。一方, 畑(シコクビエ作区)では溶脱量がきわめて少なく, 8・9月では畑裸地区より少ない値を示した。一方, 加里濃度の時期別推移については, 石灰, 苦土の濃度変化とは異なった。特異的には水稻(麦)作区で7月2半旬が高く, それ以後漸減傾向を示した。また, 畑のシコクビエ作区では濃度が低く裸地区より低い値で推移した。これら溶脱量および濃度は植物の加里吸収量と深い関係にあることが予想される。

4. 塩基の収支

作付体系別に石灰, 苦土および加里について, 3か年の年平均収支を第3, 4, 5表, 第9図に示した。

石灰の収支: 第3表より, 夏作期間における石灰収入の大部分は水田では灌がい水と改良資材(珪酸石灰)からであり, 畑地では改良資材(炭酸苦土石灰)からである。石灰収入の多い体系はニンジン(キャベツ)作区, 次いでシコクビエ(エンパク)作区で, 少ない体系は水稻単作区, 大豆(麦)作区である。石灰支出について, 体系別の年支出量は水田作で, とくに水稻(麦)作区に多い。支出の内訳は浸透水によるものが多く, 水稻作では全支出の91~93%, 畑作では60~80%であった。作物による石灰吸収は水稻作で6~7%, 畑作17~32%で大豆(麦)作区で多かったが, 総体に支出の中での吸収量の占める割合は少ない。

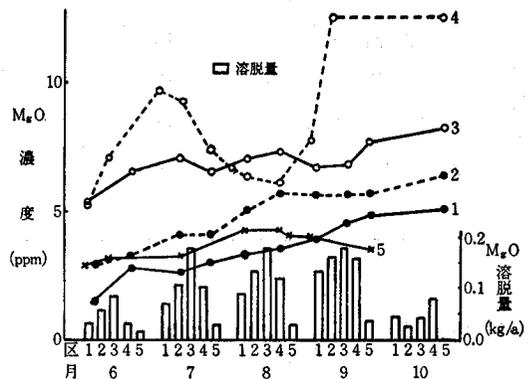
収入に対する支出は, 水田, 畑とも作付区では収入が支出より多く, とくにニンジン(キャベツ)作区で支出/



第6図 浸透水中の石灰濃度推移および月別溶脱量(1980年)

注) 濃度は各月の上・中・下旬の値を示し, 横列の区 No. とは無関係

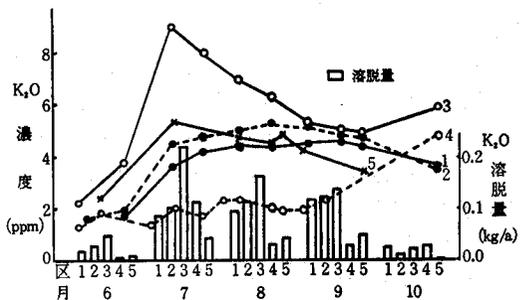
- 1; 水田裸地 2; 水稻単作 3; 水稻-麦
- 4; シコクビエ(エンパク) 5; 畑裸地



第7図 浸透水の苦土濃度推移および月別溶脱量(1980年)

注) 濃度は各月の上・中・下旬の値を示し, 横列の区 No. とは無関係

- 1; 水田裸地 2; 水稻単作 3; 水稻-麦
- 4; シコクビエ(エンパク) 5; 畑裸地



第8図 浸透水中の加里濃度推移および月別溶脱量(1980年)

注) 濃度は各月の上・中・下旬の値を示し, 横列の区 No. とは無関係

- 1; 水田裸地 2; 水稻単作 3; 水稻-麦
- 4; シコクビエ(エンパク) 5; 畑裸地

第3表 3か年の作付体系別 CaO の年平均収支 ('79~'81年)

(kg/a)

作付体系	収 入				合 計	支 出				(支)/(収)	夏作+冬作 (支)/(収)	
	灌溉水	堆肥	肥料	土資改良材		溶脱量	表面流去	作物吸収	合計			
夏作期間												
水田裸地	2.15	—	—	—	2.15	3.59	—	—	3.56	1.66		
水稲単作	2.74	0.15	1.34	3.00	7.23	4.94	—	0.38	5.32	0.74		
水稲・麦	2.87	0.15	1.34	3.00	7.36	5.63	0.20	0.35	6.18	0.84		
大豆・麦	0.07	0.15	0.75	4.10	5.07	2.13	0.05	1.01	3.19	0.63		
シコクビエ・エンバク	0.13	0.15	0.93	7.00	8.21	3.30	0.08	0.78	4.16	0.51		
ニンジン・キャベツ	0.24	0.15	2.80	8.80	11.99	3.10	0.11	0.63	3.84	0.32		
畑裸地	—	—	—	—	—	0.78	0.23	—	1.01	—		
冬作期間												
水田裸地	—	—	—	—	—	1.00	—	—	1.00	—	2.12	
水稲単作	—	—	—	—	—	1.38	—	—	1.38	—	0.93	
水稲・麦	—	0.15	1.86	5.60	7.61	2.26	0.20	0.21	2.67	0.35	0.59	
大豆・麦	—	0.15	1.86	0	2.01	1.84	0.01	0.23	2.08	1.03	0.74	
シコクビエ・エンバク	—	0.15	1.12	3.20	4.47	2.96	0.02	0.32	3.30	0.74	0.59	
ニンジン・キャベツ	—	0.15	2.42	4.60	7.17	5.56	0.02	1.49	7.07	0.99	0.57	
畑裸地	—	—	—	—	—	0.83	0.03	—	0.86	—	—	

収入は0.3と70%程度で 8.2 kg CaO/a が残留した。これに対し水稲作の石灰残留は16~26%, 1.9~1.2 kg CaO/a であった。

第3表の冬作の石灰の収支について、支出の多い作付体系はキャベツ(ニンジン)作区で約7 kg CaO/a と多く、その79%は浸透水からの溶脱であり、21%は作物による吸収であった。その他の作付での総支出は2.1~3.3 kg CaO/a で、その85~90%は浸透水からであり、冬作物による石灰吸収量は少ない。

年間(夏作・冬作期間)をとおした作付体系別の石灰の収支で、支出の多い区はキャベツ・ニンジン作区 10.9 kg CaO/a であり、水田裸地においても 4.6 kg CaO/a であり、畑裸地区は 1.8 kg CaO/a で、作付区においても大部分は浸透水からの溶脱によるものであった。なお、石灰の収支は、作付区はすべて支出に比べ収入が多く、系内(土壌)への蓄積がみられた。

苦土の収支: 第4表の夏作期間の苦土の収入は資材施用により異なり、ニンジン(キャベツ)作区では 3.8 kg MgO/a と水稲作の約5倍である。支出は、作付区で 0.7~1.0 kg/a となり、大豆(麦)作区、エンバク(シコクビエ)作区では支出のうち、浸透水からの溶脱量と

作物による吸収量は大豆作37, 60%, エンバク作53, 43% となり作物による吸収が他の区より多い。水稲作区、ニンジン(キャベツ)作区は溶脱量が多く全支出の86~77%を示した。苦土の収・支からみると、畑作では収入が支出より多く、土壌内蓄積を示したが、水稲(麦)作区では支出が収入より多くなった。

つぎに冬作期間についてみると、支出はキャベツ(ニンジン)作区を除き、夏作期間より冬作期間の方が少なく、0.2~0.6 kg MgO/a であった。全支出に対する浸透水からの溶脱量、作物吸収の割合はキャベツ作区77, 22%, その他の作付区61~70, 28~38% となり、浸透水によるものが多い。苦土の収・支では飼料作、野菜作で支出は収入の48, 52% となり、施用苦土の半量が土壌中に蓄積したことを示した。

年間をとおした苦土の収支で、支出の多いのは石灰と同様、ニンジン・キャベツ作区であるが、その支出は石灰の約18%, 2.0 kg MgO/a 程度であった。

加里の収支: 夏作期間について、収入は水稲作では肥料によるものが約6割、ニンジン作では約9割近くを占めた。支出の総合計は作付区では約2 kg K₂O/a であり、そのうち作物吸収は全支出の61~92% できくにシコ

第4表 3か年の作付体系別 MgO の年平均収支 ('79~'81年)

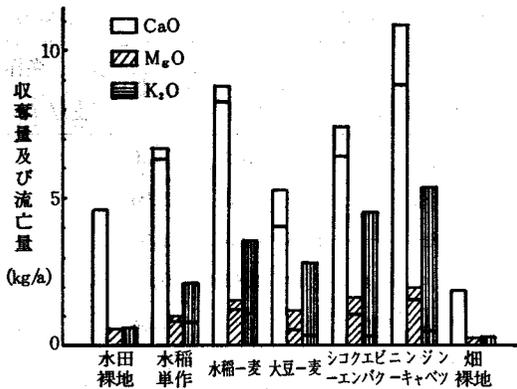
(kg/a)

作付体系	収 入				支 出				夏作+冬作	
	灌漑水	堆肥	土資 改良材	合 計	溶脱量	表面 流去	作物 吸収	合 計	(支)/(収)	(支)/(収)
水田裸地	0.38	—	—	0.38	0.48	—	—	0.48	1.26	
水稲単作	0.48	0.03	0.25	0.76	0.64	—	0.15	0.79	1.04	
水稲・麦	0.50	0.03	0.25	0.78	0.90	—	0.15	1.05	1.35	
大豆・麦	0.02	0.03	2.15	2.20	0.30	0.03	0.49	0.82	0.37	
シコクビエ・エンバク	0.03	0.03	2.63	2.69	0.55	0.04	0.44	1.03	0.38	
ニンジン・キャベツ	0.04	0.03	3.75	3.82	0.57	0.04	0.13	0.74	0.19	
畑裸地	—	—	—	—	0.11	0.03	—	0.14	—	
水田裸地	—	—	—	—	0.11	—	—	0.11	—	1.55
水稲単作	—	—	—	—	0.18	—	—	0.18	—	1.28
水稲・麦	—	0.03	2.82	2.85	0.31	0.03	0.13	0.47	0.16	0.42
大豆・麦	—	0.03	0	0.03	0.24	0.01	0.15	0.40	13.33	0.55
シコクビエ・エンバク	—	0.03	1.26	1.29	0.44	0.01	0.18	0.63	0.49	0.42
ニンジン・キャベツ	—	0.03	2.31	2.34	0.94	0.01	0.27	1.22	0.52	0.32
畑裸地	—	—	—	—	0.12	0.01	—	0.13	—	—

第5表 3か年の作付体系別 K₂O の年平均収支 ('79~'81年)

(kg/a)

作付体系	収 入				支 出				夏作+冬作	
	灌漑水	堆肥	肥料	合 計	溶脱量	表面 流去	作物 吸収	合 計	(支)/(収)	(支)/(収)
水田裸地	0.29	—	—	0.29	0.50	—	—	0.50	1.72	
水稲単作	0.37	0.27	1.05	1.69	0.66	—	1.34	2.00	1.18	
水稲・麦	0.38	0.27	1.05	1.70	0.84	—	1.34	2.18	1.28	
大豆・麦	0.02	0.27	0.40	0.69	0.18	0.03	1.33	1.54	2.23	
シコクビエ・エンバク	0.02	0.27	1.70	1.99	0.17	0.03	2.08	2.28	1.15	
ニンジン・キャベツ	0.03	0.27	2.10	2.40	0.17	0.03	1.95	2.15	0.90	
畑裸地	—	—	—	—	0.17	0.02	—	0.19	—	
水田裸地	—	—	—	—	0.10	—	—	0.10	—	2.07
水稲単作	—	—	—	—	0.15	—	—	0.15	—	1.27
水稲・麦	—	0.27	1.05	1.32	0.20	0.01	1.18	1.39	1.05	1.18
大豆・麦	—	0.27	1.05	1.32	0.18	0.01	1.11	1.30	0.98	1.41
シコクビエ・エンバク	—	0.27	1.25	1.52	0.14	0.01	2.10	2.25	1.48	1.28
ニンジン・キャベツ	—	0.27	2.55	2.82	0.32	0.01	2.90	3.23	1.15	1.03
畑裸地	—	—	—	—	0.14	0.02	—	0.16	—	—



第9図 作付体系別の塩基の流亡及び収奪量
注) 上段は収奪量, 下段は流亡量 (3年間の平均)

クビエの加里吸収が多い。反面、浸透水の溶脱量は少なく、とくに畑作では7~12%程度であった。加里の収・支では、ほとんどの区が支出が収入を上回り、もともとの土壌中の加里の一部も使用したこととなった。(第5表)。

冬作期間の加里の収支について、収入はキャベツ作区で多い。支出の総合計で、キャベツ作で最も多く、麦作区ではキャベツ作区の40%強であった。支出のうち、作物による吸収が夏作と同様に多く、85~94%であり、とくにエンバク作区に多い。加里の収・支は支出(作物吸収が多い)が収入を上回った。

年間をとおした加里の収支では、いずれの区においても支出が収入を上回った。最も支出量の多いのはニンジン・キャベツ作で5.4 kg K₂O/a、その他の区は2.1~4.5 kg K₂O/aで作物の吸収加里量が多く、浸透溶脱加里量は作付区で少なく、石灰・苦土の収支と異った様相を示した。

なお、表面流去水からの石灰、苦土および加里の溶出量はいずれも少なく、系外排出の大部分は浸透水と作物吸収とみられた。

IV 考 察

供試したライシメータはコンクリート製で、その全面はビニール塗料で覆っているため、コンクリートからの石灰その他の成分は溶出しにくいものとして考察した。

夏作期間における水田と転換畑(以後畑という)の石灰、苦土および加里の溶脱量について3か年を通してみると、浸透水量の多い水田は浸透水量が水田の67%程度しかない畑に比較して溶脱量が多い。溶脱塩基のなかでは石灰の溶脱が最も多いが、これについては岩田ら²⁾松

下ら³⁾も同様の結果を得ており、水の下層への移動が塩基の溶脱量に大きく関与していることがうかがえる。しかしながら、畑において年次別あるいは月別の浸透水量と塩基の溶脱量をみると必ずしも一致しているとはいえない。すなわち、基肥の資材施用の初年目は石灰、苦土とも溶脱量は少なく、2年目、3年目にいたって増加していること、また1980年(2年目)の月別溶脱量は7月、8月に降水量が多く、9月は少ないにもかかわらず、9月においても溶脱量が多い。これらのことから、石灰、苦土は一度置換態として土壌に吸着されたものが、硝酸やその他のアニオンにより塩の形となって溶出しやすく、あるいは難溶出となることなど、土壌中での塩基の行動は置換態、硝酸塩や硫酸塩などの塩の種類など、これらの変化のくり返しによって漸次、下層に移動することから、降水による流去水とは時間的なずれが生じたものと考えられる。このことについては三井ら⁴⁾も同様な見解を述べている。

畑の作付別石灰、苦土の溶脱量は、石灰資材施用量の多い野菜作あるいは飼料作で当然多くなり、とくに野菜作で多い。野菜作では降水量が少ない冬作期間の方が夏作期間より溶脱量が多くなったが、これについては窒素施肥量の多い野菜作では、冬期には作物の窒素吸収量が少なく、土壌中では硝酸態窒素が石灰あるいは苦土を伴って溶出したことから、塩基の溶脱が多くなったものと考えられる。

一方、無肥料無資材の水田裸地と畑裸地の夏作期間の塩基溶脱量についてみると、浸透水量の多い水田裸地が畑裸地に比べて石灰および苦土の溶脱絶対量は数倍多く、濃度的にも湛水した水田の方が高い。とくに苦土濃度において明らかであった。このことは、塩基とくに苦土、石灰は湛水による土壌の還元条件が可溶化を促進するか否かは明らかでないが、湛水状態の方が畑状態より可溶化しやすいと考えられる。加里の溶脱量については、この場合、無肥料であることから、加里の形態のほとんどは置換性加里と考えてよい。溶脱加里濃度は水田裸地と畑裸地では大差ないが、加里溶脱量は水田裸地が多いことから、浸透水の多少に、より大きく影響されると思われる。

作付における年度別あるいは月別塩基溶脱の傾向についてみると、年度別の苦土溶脱量は石灰溶脱量の約13~18%であり、また月別溶脱濃度も苦土は石灰の約13%と少ないが、両者の溶脱量の時期別傾向ならびに濃度変化の傾向はよく類似した。しかし加里は後述するように作物への吸収量が多いことから溶脱量は少ないが、加里溶脱量の多い水稲(麦)作の夏作期間においても石灰や苦

第6表 跡地土壤の塩基含量 (mg/100g)

作付体系	置換性—CaO		置換性—MgO		置換性—K ₂ O	
	'79年6月	'81年6月	'79年6月	'81年6月	'79年6月	'81年6月
水田裸地	82.4	63.4	3.1	6.2	4.2	4.0
水田単作	100.6	70.4	3.9	6.4	4.9	7.8
水稲・麦	90.8	83.5	3.9	9.8	6.3	8.6
大豆・麦	99.8	133.4	3.4	19.8	3.9	8.2
シコクビエ・エンバク	80.2	116.8	3.1	27.9	3.7	15.8
ニンジン・キャベツ	90.8	95.8	3.7	17.2	5.2	16.3
畑裸地	90.0	53.4	3.5	3.8	4.7	4.6

土と異なった溶脱傾向を示した。このことは、土壤の加里吸着力が石灰や苦土より弱く、可溶化しやすいことによるものであろう。

つぎに、塩基の供給量と流亡、吸収量すなわち塩基の収支について、3か年を通してみる。まず、石灰については土壤改良資材の施用、あるいは水稲作では、灌がい水からの石灰も1作期間に平均2.8 kg CaO/aが供給されることから、作付における1年間の供給量は7.2 kg (水稲単作) ~19.2 kg CaO/a (野菜作) となった。他方、支出は年間5.3 kg (大豆・麦作) ~10.9 kg CaO/a (野菜作) で、いずれの作付においても収入より支出が少なく、土壤に石灰富化の傾向がみられたが、年間10 kg CaO/a以上の石灰が失なわれ、その約80%は浸透水からの溶脱であった。苦土については、作付区で年間0.8 kg (水稲単作) ~6.1 kg MgO/a (野菜作) の範囲であり、その収支から水稲単作以外は土壤中に苦土蓄積を示す結果となった。支出のうち、畑においては石灰と同様に、年間を通すと作物による吸収よりも溶脱によるものが多く、最も溶脱量の多い野菜作では1.5 kg MgO/aであった。このように石灰、苦土の溶脱量は作物が吸収するよりはるかに多く、その量は資材施用量、施肥量を異にする作付体系によって相違することが明らかとなったことからこれら塩基の補給に努めるとともに、塩基の溶脱にはそれに伴う当量のアニオンが流亡するため、とくに適正な窒素の施肥量に留意する必要がある。

つぎに加里の収支については、作付区における年間の加里供給量は1.7 kg (水稲単作) ~5.2 kg K₂O/a (野菜作) であり、支出は2.2 kg (水稲単作) ~5.4 kg K₂O/a (野菜作) となり、夏、冬の各作付体系ともほとんどの区が収入より支出が上回り、試験前の土壤中の加

里量が系外へ出た結果となった。この支出の内訳は、いずれも作物による加里吸収量が非常に多く、なかでも畑の飼料作での収奪が多い。そのため溶脱量は少なく、裸地の溶脱量とほとんど差がないまでになった。しかし、加里の収支に疑問が残るのは、第6表に示したように、跡地土壤の塩基含量をみると加里については逆の結果を生じた。すなわち、2年余の期間に第6表の土壤中の置換性石灰・苦土の増加と、上述の石灰・苦土の収支で蓄積傾向にあることは一致しているが、加里は収入より支出が多いにもかかわらず、跡地の置換性加里が増加していることである。このことについては、溶脱あるいは作物へ吸収される加里は非置換性加里をも収奪するのか²⁾、あるいは畑転換によって非置換性加里の一部が置換性に変化したことによる増加かは明らかでなく、こんご検討を加えなければならない問題である。

畑における表面流去水量は降雨の強度、降水量に左右されるが、その他、裸地と作付地では大きな違いがみられ、全流亡量に対する表面流去率は、裸地は作付の3~4倍にも達したことから、作付による表面流去防止の効果は明らかであった。これら作付および裸地における塩基流亡濃度は低く、石灰、苦土で浸透溶脱濃度の1/10以下であり、加里は1/5以下と低く、したがって表面流去量も僅かであった。このことから土壤表面に存在している塩基は降雨によって速やかに下層に移動したことになるものと思われる。

V 摘 要

花こう岩水田の転換畑において、作付様式の違いと塩基の流亡量、流亡濃度の推移ならびに塩基の収支につい

て、ライシメータを用い3か年にわたって検討した。得られた結果は次のとおりである。

1. 降水量、灌水量に対する浸透水、表面流去水の流去率は50~70%であった。また、全流亡量に対する表面流去の割合は、畑作で5~10%、畑裸地で20~30%であった。表面流去の塩基流亡量は浸透溶脱量に比べて非常に少なかった。

2. 石灰、苦土の溶脱量は、浸透水量の影響が大きく、水田は畑より多く、畑作では土壤改良資材施用量の多少によって異った。また、石灰、苦土と加里では溶脱に時間的なずれがあり、前者が遅い傾向がみられた。

3. 石灰の収支では、年間の収入7.2 kg (水稲単作) ~19.2 kg CaO/a (野菜作) で、支出は5.3 kg (大豆・麦) ~10.9 kg CaO/a (野菜作) となったが、支出は浸透水からの溶脱がきわめて多く、野菜作では支出の約80%が溶脱によるものであった。苦土の支出は石灰と同様に溶脱によるものが多く、最も多い野菜作で年間1.5 kg MgO/a であり、これらの塩基は収入が支出より多く土壤蓄積を示した。

4. 加里の収支では、作付により年収入は1.7 kg (水稲単作) ~5.2 kg K₂O/a (野菜作) となり、いずれの作付も支出が収入を上回った。支出では作物への吸収が、とくに野菜作、飼料作で多く、溶脱量は非常に少なかった。

引用文献

1) 広島農試：1978. 地力保全基本調査総合成績書。

広島県(34). 189—293.

2) 岩田武司：1928. ライシメータ試験成績. 農事試験報告 49：1—40.

3) 木内知美・大向信平：1960. 腐植質水田土壤に関する研究(第2報)腐植質及び鉍質水田土壤よりの塩基の流亡について. 土肥誌 30：501—505.

4) 前田乾一・鬼鞍 豊：1975. 水稲ポット試験における窒素の収支. 土肥要旨集 21：81.

5) 松下研二郎・藤島哲男・宇田川義夫：1969. 鹿児島県における火山灰土壤畑地の生産力と各種成分の溶脱について. ライシメーター試験(第1報)浸透水量と各種成分の溶出量. 土肥誌 40：337—343.

6) 三井進午・森山真明・天正 清：1957. 肥料副成分としての硫酸及びカルシウムの溶脱に及ぼす肥料粒度の影響について. 土肥誌 27：481—484.

7) 諸遊英行・小坂二郎・木内知美：1967. イタリアンライグラスに対する三要素増施効果と窒素およびカリウムの含量調整(第2報)窒素およびカリウムの含量調整. 中国農試報 E1：171—209.

8) 中田 均・川村戈十二・澤重 孝：1976. 農耕地における肥料成分の行動に関する研究(第1報)水田ライシメータにおける肥料成分の行動と収支. 滋賀農試研報 18：60—69.

9) _____・_____・_____：1976. _____ (第2報)ライシメータによる水稲乾田直播栽培における肥料成分の行動と収支. 滋賀農試研報 18：70—76.

Behaviour and Balance of Some Bases Under the Different Cropping Systems of the Rotational Upland Fields

Yuzuru WAKAYAMA and Yutaka KOMOTO

Summary

The relations between the quantity and density of run-off of some bases and their incomings and outgoings and the cropping systems were investigated in the granitic alleval paddy field by means of the lysimeters for three years.

Results obtained were as follows;

- 1) The ratio of the total quantity of run-off water to the precipitation and the irrigation water was 50-70% in all cultures. The percentage of the surface run-off water to the total run-off water was 5-10% in the upland fields and 20-30% in the bare ground fields. The surface run-off water contained much smaller quantity of bases than the leaching water.
- 2) The quantity of leached CaO and MgO in the paddy field was larger than that in the upland due to the different amount of the seepage water. One in each upland field varied with the quantity of soil amendment input. CaO and MgO were leached more slowly than K₂O.
- 3) The incomings of CaO for one year were 7.2 kg/a under the rice monoculture and 19.2 kg/a in the vegetable culture. The outgoings of CaO for one year were 5.3 kg/a under the soybean and wheat culture and 10.9 kg/a under the vegetable culture. The outgoings of CaO and MgO from the seepage water came to a large sum and about 80 per cent of outgoings of CaO were caused by leaching. The outgoings under the vegetable culture were largest in all cultures and 1.5 kg/a for one year. The incomings of these bases exceeding their outgoings proved their accumulation in soils.
- 4) The incomings of K₂O for one year were 1.7 kg/a under the rice mono culture and 5.2 kg/a under the vegetable culture. The outgoings of K₂O exceeded its incomings in all cultures. The quantity of uptake of K₂O into plants was much greater in the vegetable culture and the fodder culture than in the other cultures. Therefore, there were very little quantity of leached K₂O.

付表 作付体系別無機成分の作物吸収量

(kg/a, Mn・Feはg/a)

作付体系	作目	部位	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SiO ₂	Mn	Fe
水 稲 単 作	水 稲	わら	0.37	0.16	1.12	0.33	0.07	5.92	48.1	18.2
		もみ	0.62	0.33	0.22	0.05	0.08	1.62	3.7	1.2
		計	0.99	0.49	1.34	0.38	0.15	7.54	51.8	19.4
水 稲 ・ 麦	水 稲	わら	0.34	0.14	1.10	0.31	0.07	6.11	39.7	16.4
		もみ	0.63	0.31	0.24	0.04	0.08	1.61	3.0	1.3
		計	0.97	0.45	1.34	0.35	0.15	7.72	42.7	17.7
	麦	稈	0.09	0.05	0.93	0.15	0.04	0.66	0.7	4.5
		子実	0.48	0.35	0.25	0.06	0.09	0.70	0.9	3.4
		計	0.57	0.40	1.18	0.21	0.13	1.36	1.6	7.9
大 豆 ・ 麦	大 豆	茎葉	0.89	0.17	0.58	0.92	0.39	1.23	3.0	30.7
		子実	2.33	0.47	0.75	0.09	0.10	0.04	0.8	2.8
		計	3.22	0.64	1.33	1.01	0.49	1.27	3.8	33.5
	麦	稈	0.11	0.08	0.88	0.16	0.05	0.76	0.7	5.8
		子実	0.59	0.38	0.23	0.07	0.10	0.76	0.8	2.4
		計	0.70	0.46	1.11	0.23	0.15	1.52	1.5	8.2
シコクビエ・エンバク	シコクビエ	茎葉	0.95	0.58	2.08	0.78	0.44	1.84	12.3	14.6
	エンバク	茎葉	0.62	0.54	2.10	0.32	0.18	1.87	5.3	12.2
ニンジン・キャベツ	ニンジン	葉	0.47	0.10	0.98	0.45	0.08	0.16	2.6	23.1
		根	0.42	0.21	0.97	0.18	0.05	0.05	0.8	2.0
		計	0.89	0.31	1.95	0.63	0.13	0.21	3.4	25.1
	キャベツ	外葉	0.70	0.25	1.23	0.77	0.12	0.15	2.1	2.7
		結球	1.02	0.37	1.67	0.72	0.15	0.18	1.0	3.0
		計	1.72	0.62	2.90	1.49	0.27	0.33	3.1	5.7

注) 吸収量は1979年～1981年の3か年平均。