

## 作物栽培の影響を考慮した畑地浸入能の変化特性

久保田富次郎\*・増本隆夫\*・吉田武郎\*・田中正一\*\*・古江広治\*\*

目 次			
緒 言 .....	237	1 植生による被覆率と作物収量 .....	240
調査研究方法 .....	238	2 土壌物理性と水分量 .....	241
1 試験地の概要 .....	238	3 降雨と流出特性 .....	243
2 試験区の設定と栽培管理および関連調査 .....	238	4 浸入能の変化特性 .....	244
3 水文観測 .....	239	結 言 .....	246
4 浸入能の算定 .....	240	参考文献 .....	247
結果と考察 .....	240	Summary .....	248

### 緒 言

都市域の拡大や農林地の減少等を背景として、河川の洪水流量の増加と平水流量の低下、湧水の枯渇等の問題がクローズアップされる中で、水循環系の健全化が大きな課題となっている。行政においても、水循環系の課題に取り組むため、平成10年に水に関係する6省庁（環境庁、国土庁、厚生省、農林水産省、通商産業省、建設省（当時））により「健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議」が設置されるなど省庁間連携による水循環健全化への取り組みが始まっている。

一方、農林水産省では、平成17年3月の新食料農業農村基本計画の閣議決定を受けて、農業環境政策の具体化が進められている。その中では、農業環境規範策定や、規範を遵守する農家に対して各種補助事業の対象とするクロスコンプライアンスの導入、さらには環境直接支払いの導入が検討されている。

水循環系の健全化の課題として、農村地域においては、農業・農村がもつ地下水涵養機能や洪水防止機能などの多面的機能の維持確保が重要である。金子（1978）は、都市化が進みつつある流域では、浸透域としての畑地、貯留域としての水田が流出に大きく影響するので、その面積率が一定程度以上を保つような行政的措置が望ましいと述べている。畑地の多面的機能について、志村（1982）は、洪水防止機能に寄与する畑地の貯水容量を畑土壌の粗間隙の容量と考えて全国で14億 $m^3$ （昭和50

年）と見積もっている。また、日本学術会議（2001）は、既往研究の整理から畑地土壌中の貯留容量を8～9億 $m^3$ 、地下水涵養量を全国で約11億 $m^3$ と記している。

しかし、近年、農村地域においても、不透水面積率が高い小流域が見られるなど（久保田，2006a），多面的機能と密接な関係にある農地の浸透機能が、部分的に低下していることが懸念される。従来は、農地の浸透機能は専ら農業者による営農管理に依存しており、これを管理する手段はなかった。

ところが、前に述べた農業環境規範や資源保全施策の導入に伴って、従来、公による管理が困難であった農地の管理についても、状況に応じて公的な関与を行う余地がでてきた。そのような中で、農地がもつ水資源涵養機能や洪水防止機能の定量化とともに強化方向を検討するためには、営農管理と水文・水収支特性の関係を明らかにする必要がある。

関連する既往研究は以下のようである。

森脇（1983）は、散水実験により畑地の地表流出特性を降雨強度と地表条件の影響について検討している。比較した3通りの地表面の状態、裸地（無耕作）、裸地（耕作）、草地の中では、同じ降雨強度条件の下で、地表流出は裸地（無耕作）で多く、裸地（耕作）と草地とでは著しい差異は見いだせなかったとしている。試験結果から、表土層を耕作した畑地は表面流出量を減少させる役割が大きいことを示した。

四国では、傾斜地における土壌保全の観点からこれまで多くの研究が行われてきた。山崎ら（1984）は、傾斜地における土地利用の違いが水収支や土壌侵食に与える影響の定量化を図った。そこでは、幅2m、長さ3m、深さ1.2～1.8mのコンクリート製ライシメータを用いて、裸地、林地、草地、樹園地、水田の土地利用の違いに加えて、植生や作物の違いを考慮した計12通りの被覆条件

\*農地・水資源部水文水資源研究室

\*\*鹿児島県農業開発総合センター大隅支場

平成19年3月20日受理

キーワード：地表流出，農業水文，営農管理，プラスチックマルチ，水文循環，浸入能

の違いに対する水収支や養分流出の差異を7年にわたって観測した。また、永石ら(1990)は、傾斜畑地に弾丸暗渠を施工して、雨水の貯留効果を調べ、心土破砕による地表水の制御効果について検討することにより、水資源涵養に繋げる可能性について言及した。

同様に、心土破砕が水文特性に与える影響を考察したものととして諸泉ら(2001)の研究がある。それによると、平均勾配が8%の傾斜畑で心土破砕が表面流出量と土壌水分等に与える影響を調べ、破砕が表面流出量を減少させ、流出率が1/10になることを示した。

一方、耕耘法と肥料溶脱の関係性を把握するための基礎研究として、雁野ら(1993)は、耕耘法の違いによる雨水の土壌下層部への移動について検討を行い、畦表面硬化、圧縮、マルチ、慣行の4通りの耕耘法による土壌水分の移動特性の変化を明らかにしている。

本稿の先行研究(久保田ら(2006b))では、緩傾斜畑地において水収支の観点から研究された事例は少ないとして、5通りの無植生状態の緩傾斜畑地圃場における水収支特性を実験とモデルから検討した。その結果、地表面の管理の違いにより、地表流出率が1~45%の範囲で変化することが示された。

本研究では、以上を踏まえて、畑地の営農管理と地表流出率および浸入能の関係性について、作物栽培を考慮した条件で実験的に検討する。

なお、本研究の一部は、農林水産省からの受託研究「流域圏における水循環・農林水産生態系の自然共生型管理技術の開発」(自然共生プロ、平成14~18)の一環として行った。また、試験圃場の設置にあたっては、九州沖縄農業研究センターの塩野隆弘氏の協力を得た。さらに、試験の実施にあたっては末次勇氏、新保百合子氏をはじめ鹿児島県農業開発総合センター大隅支場の方々の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

## 調査研究方法

### 1 試験地の概要

圃場試験は、鹿児島県肝属郡串良町(現鹿屋市)の鹿児島県農業試験場大隅支場内(現鹿児島県農業開発総合センター大隅支場)の畑地圃場で実施した。試験地は、笠野原台地上に立地し、年平均降水量は2,619mm(アメダス鹿屋, 1990-2003)、平均気温は17℃である。

試験圃場の土壌は、表土が、層厚50~100cm程度の厚層多腐植質黒ボク土(久米川統)であり、下層も含めて火山性土壌であることから、地表面の浸入能は高く、台地上では一般に復帰流\*はみられない。また、黒ボク土の下層には、約6300年前(町田ら, 1992)に鬼界カルデラからの噴出物で形成されたアカホヤ層が存在する。田中ら(2004)は、長期の土壌水分モニタリングからアカホヤ層以深に浸透した水は、上位層に再度毛管上昇することが少ないことを示した。

### 2 試験区の設定と栽培管理および関連調査

試験は、それぞれの区画が長辺方向の長さ13.6m、幅8m、面積108.8m<sup>2</sup>、平均勾配12/1000の5連の矩形圃場で行った。試験設定は、畝立てのみで作物無しの試験区を対照区(CT)とし、甘藷をプラスチックマルチ(以下ではマルチと略す)の有無などの条件を変えて作付した甘藷1~3(SP1~3)と、畝立て無しで牧草を作付した牧草区(PA)の合計5試験区を設定した(Table 1)。

圃場は、2005年3月29~31日に荒起こしを行い、その後、5月11日に耕耘と施肥、5月12日に畝立てを行った(Table 2)。畝立てから定植までの間に降雨等により地表面の状況が変わらないようにCTとSP1では、SP2とSP3と同様に一時的にマルチを施し、畝表面を保護した。

甘藷作は、2005年5月20日に、地域の代表的な原料用甘藷品種であるシロユタカを、畝間80cm、株間35cm、栽植密度357本/aで定植した。作期は地域の標準的な時期であり、収穫は2005年11月9日に行った。SP1は、保水と初期の地温上昇を目的としたマルチを用いない甘藷作、SP2は、マルチを用いた甘藷作であり、ともにこの地域で見られる栽培管理方法である。マルチによる地表面(水平面への投影)に対する被覆率は55%である。また、SP3は、SP2と同様の管理であるが、畝間の一部(下流端の近傍)に麦桿を敷設した(Fig.1)。

一方、牧草区は、地域の代表的な夏牧草であるローズグラスとし、2005年5月19日に6kg/aの散播を行った。収穫は7月1日、8月3日、そして乳熟期を迎えた9月22日に最後の収穫を行った。

牧草と甘藷の播種と定植を終えた5月20日を試験開始日とし、試験開始日からの経過日数(5/20を1とする)を用いてデータの整理を行った。その他、試験中に実施した主な栽培管理作業をTable 2に記す。また、試験区内への立ち入りは、栽培管理や土壌調査など必要最小限にとどめ、地表面の攪乱が小さくなるよう配慮した。

また、調査圃場の土壌物理性を把握するため、試験初

Table 1 実験条件 Experimental conditions

処理区	対照区 (CT)	甘藷 1 (SP1)	甘藷 2 (SP2)	甘藷 3 (SP3)	牧草区 (PA)
作物	無し	甘藷	甘藷	甘藷	ローズグラス
畝立て	有り	有り	有り	有り	無し
マルチ	無し	無し	有り	有り	無し
前年の管理**	標準区	鎮圧区	マルチ区 I	マルチ区 II	深耕区
備考				畝間の一部に麦桿を敷設	
畝の断面形状					

\*\*久保田ら(2006b)

脚注) \*復帰流: 一度地下へ浸透した地表水が地中を通って経路末端から再び地表に出現する流れ



Fig.1 麦稈の敷設状況 (SP3区)

Table 2 栽培管理 Cultivation management

月日	項目	備考
3/29~31	耕耘	ロータリー (荒起こし)
5/11	耕耘・施肥	ロータリー 苦土石灰 15kg/10a, 苦土重焼リン 14kg/10a
5/12	畝立て	マルチ被覆
5/19	牧草播種	ローズグラス
5/20	甘藷定植	
5/31~6/1	側溝と三角堰の設置	三角堰の手前に土砂溜を新設
6/1	水文観測開始	
6/7	除草剤の散布	トレフェノサイド
〃	麦稈の敷設	SP3
6/29	畝間除草(葉散)	ブリグロックス・ラッソー
7/1	牧草収穫	
8/3	牧草収穫	
9/22	牧草収穫 (最終)	
11/9	収量調査(SP1~3)	試験終了

期(6月1日)と試験終了時(11月10日)に、代表的な地点における試料を100ccコアサンプラで採取した。これらの試料は実験室に持ち帰り、三相分布と飽和透水係数の測定を行った。

### 3 水文観測

圃場における水文観測は、降雨時の水収支を把握することを目的として、雨量と地表流去水、および一部の圃場で土壌水分量をTable 3に記す要領で計測した。

観測にあたっては、以下の点に留意した。

まず、試験区の形状を統一するとともに、圃場排水が安定的かつ速やかに三角堰に流入するように圃場下端に側溝を設けた(Fig.2)。また、圃場面と側溝の接続部には、ソイルセメントを用いて、側溝周りが洗掘により破壊しないよう固定した。

また、雨量と流量の測定間隔をそれぞれ5分および2分と比較的短く設定することにより水収支の精度向上に努めた。さらに、流量観測では、三角堰の直前に土砂溜を設置し、浸食土壌によって欠測や精度低下が生じないように配慮した。土砂溜と三角堰には溜まり水の蒸発による観測誤差を抑制するため蓋を設けた。

一方、土壌水分の測定にあたって、畝立てによる位置の違いの影響をみるために、CT区の畝と畝間の2ヶ所において計測を行った。ADR土壌水分計は、試験期間中、土壌の体積含水率を別途測定することによりキャリブレーションを行い、体積含水率と土壌飽和度に変換した。

水文観測は、2005年6月1日に開始し、CTを除く4試験区では、11月9日の甘藷収穫時期に合わせて終了した。なお、CTではその後も計測を続けたが、ここでは分析対象から外した。降雨データの欠損(5/20~5/31)は、農業試験場内の気象観測記録(0.5mm転倒ます雨量計, 1h間隔)を援用した。

本研究では、一雨降雨を1時間以上の無降雨状態(0.1mm未満/1時間)で区分し、そのうち一雨雨量が1.0mm以上のものを降雨イベントと定義した。降雨イベント毎の地表流出率は、降雨期間中の蒸発散と湛水の影響を無視して次式で算定した。

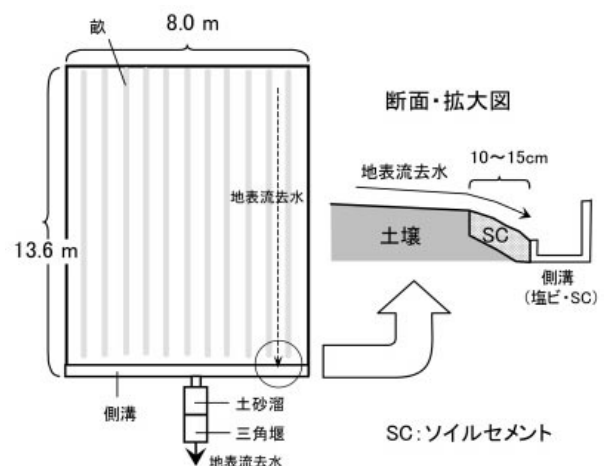
$$f = \frac{Q}{R} \times 100 = \frac{\sum q_k}{\sum r_k} \times 100 (\%) \dots \dots (1)$$

ここで、R:一雨雨量(mm), Q:地表流出高(mm),  $q_k$ :k分間地表流出高(mm),  $r_k$ :k分間雨量である。

また、観測期間における通算の地表流出率(以下、通算流出率とする)は、次式で算定した。

Table 3 水文観測 Hydrological Observation

観測項目	計測器	測定間隔	備考
雨量	0.1mm 転倒ます雨量計	5分(一部1分)	太田計器, 口径20cm
流量	三角堰	2分(一部1分)	頂角32°
土壌水分	ADR 土壌水分計	10~20分	池田計器 ML2X
	土壌水分計の観測位置 センサー①: CT区 畝部 地表から15cm ②: CT区 畝間 地表から8cm		

Fig.2 試験区の形状と構造  
Shape of an experimental plot

$$f = \frac{\sum Q}{\sum R} \times 100(\%) \dots\dots(2)$$

ただし、ここで Rには、降雨イベント以外の降雨（一雨雨量が1mm未満のもの）を含む。

一方、観測された5分間降雨強度から、Wischmeier et al. (1958) に準じて積算降雨エネルギーを算出した。

4 浸入能の算定

ここでは、次のように1試験区全体の水収支から算出するみかけの最大浸入速度を浸入能と呼ぶこととする。

降雨イベント毎の浸入能は、一降雨イベントの中で浸入能  $i (= r_k - q_k, \text{ただし } r_k > i)$  が一定であると仮定し、 $(r_k - i) = q_k$  となるよう観測値  $r_k, q_k$  からイベント毎の  $i$  を決定した (Fig.3)。なお、観測精度が算定に与える影響を少なくするために、一部を除いて原則的に流出高が1mmを超える降雨イベントを対象として浸入能を算定した。

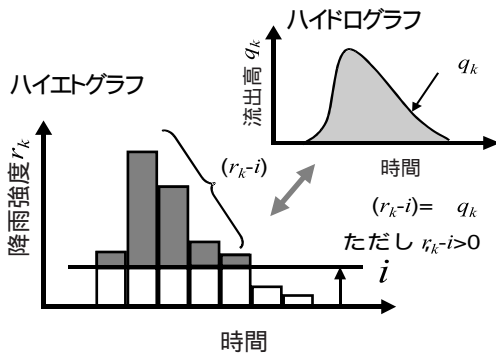


Fig.3 浸入能の算定  
Calculation of infiltration rate

結果と考察

1 植生による被覆率と作物収量

植生による地表面の被覆を評価するため、植生による被覆率 (= [ 枠内で植生が占める面積 ] / [ 枠の面積 ] × 100 (%)) を算定した。SP1, SP2, PAにおいて試験圃場内に1×1mの枠を設け、上方から鉛直方向にデジタルカメラで撮影を行い、画像解析により地表面積に対して植生(茎葉部)が占める割合を計測した。被覆率の計測は、6月10日, 6月15日, 6月30日, 8月3日, 8月23日の5回行った。さらに、それらの計測値をロジステック曲線(式(3))で補間した。ここで、cは被覆率(%), dは試験開始後の日数(day), stuはパラメータである。

$$C = \frac{(s \cdot 100)}{1 + \left(\frac{d}{t}\right)^u} + 100 \dots\dots(3)$$

その結果、Table 4とFig.4に示す被覆率曲線が得られた。甘藷作のSP1とSP2を比較すると、畝にマルチ被覆を施したSP2の方が同時期で比較すると若干、被覆率が高かったが、ともに、8月初旬に9割以上の地表面が茎葉部で覆われた。一方、牧草区では、6月10日頃から急速に被覆率が向上し、6月末にはほぼ地表面が覆われた。

なお、試験期間の終盤には、茎葉部の一部が枯死して地表面が露出したが、地表面の多くは、引き続き枯死した茎葉に覆われていたこと、さらに、それらと露出した土壌面を区別することが困難であったので、被覆率の低下は考慮しなかった。

Table 4 被覆率曲線のパラメータ  
Parameters for equation (3)

	s	t	u	備考
甘藷 1(マルチ無)	1.183	53.9	5.91	SP1
甘藷 2(マルチ有)	0.778	48.6	6.91	SP2
牧草(ローズグ래스)	0.000	27.6	10.7	PA

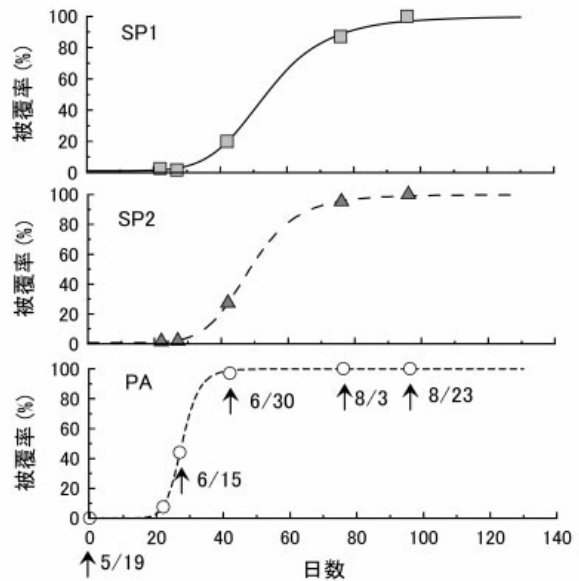


Fig.4 植え付け後の日数と植生の被覆率  
Relationship between days and percentage of plant coverage

また、作物の栽培試験の結果をTable 5に示す。試験では、概ね順調な作物生育がみられ、全般に標準的な収量が得られた。処理区別に見るとマルチ被覆があるSP2とSP3で比較的高い収量が得られた。

Table 5 栽培試験の結果 Yield and plant length

甘藷	収量 (kg/a)	牧草(PA) 収穫月日	草丈 (cm)	収量 (kg/a)
SP1	337	7/1	108	350
SP2	468	8/3	105	240
SP3	397	9/22	120	521
備考	11/9 収穫			

Table 6 土壌物理性 Physical properties of soil

(n: サンプル数)

採土日	処理区	採土位置		n	間隙率	CV (%)	体積含水率	CV (%)	飽和透水係数 (cm/s)		
		位置	深さ						平均(対数)	最大	最小
2005/6/1	CT	畝間	0-5 cm	3	0.779	1.9	0.267	4.5	$1.1 \times 10^{-2}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$5.7 \times 10^{-3}$
2005/6/1	CT	畝	上部	3	0.783	0.9	0.226	3.3	$1.1 \times 10^{-2}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$
2005/6/1	SP3	畝間	0-5 cm	3	0.756	2.1	0.379	3.5	$2.0 \times 10^{-3}$	$4.3 \times 10^{-3}$	$9.7 \times 10^{-4}$
2005/6/1	PA		0-5 cm	3	0.757	2.2	0.320	0.6	$7.0 \times 10^{-3}$	$1.1 \times 10^{-2}$	$5.1 \times 10^{-3}$
2005/11/10	CT	畝間	0-5 cm	3	0.688	1.6	0.494	3.7	$3.3 \times 10^{-4}$	$8.1 \times 10^{-4}$	$1.8 \times 10^{-4}$
2005/11/10	CT	畝間	下部	1	0.793	-	0.616	-	$9.3 \times 10^{-5}$	-	-
2005/11/10	CT	畝	上部	1	0.775	-	0.381	-	$1.0 \times 10^{-2}$	-	-
2005/11/10	CT	畝	下部	1	0.799	-	0.630	-	$4.1 \times 10^{-5}$	-	-
2005/11/10	SP1	畝間	0-5 cm	3	0.680	1.8	0.480	7.3	$2.0 \times 10^{-4}$	$4.4 \times 10^{-4}$	$8.8 \times 10^{-5}$
2005/11/10	SP1	畝間	下部	1	0.779	-	0.677	-	$1.7 \times 10^{-5}$	-	-
2005/11/10	SP1	畝	上部	1	0.771	-	0.391	-	$1.5 \times 10^{-2}$	-	-
2005/11/10	SP1	畝	下部	1	0.812	-	0.621	-	$7.2 \times 10^{-4}$	-	-
2005/11/10	SP2	畝間	0-5 cm	3	0.708	0.6	0.539	4.2	$9.1 \times 10^{-5}$	$1.3 \times 10^{-4}$	$6.8 \times 10^{-5}$
2005/11/10	SP2	畝間	下部	1	0.811	-	0.650	-	$1.4 \times 10^{-4}$	-	-
2005/11/10	SP2	畝	上部	1	0.792	-	0.376	-	$2.6 \times 10^{-2}$	-	-
2005/11/10	SP2	畝	下部	1	0.816	-	0.645	-	$3.0 \times 10^{-4}$	-	-
2005/11/10	SP3	畝間	0-5 cm	3	0.726	1.1	0.493	4.9	$3.3 \times 10^{-4}$	$4.3 \times 10^{-4}$	$2.2 \times 10^{-4}$
2005/11/10	SP3	畝間	下部	1	0.787	-	0.648	-	$4.8 \times 10^{-5}$	-	-
2005/11/10	SP3	畝	上部	1	0.805	-	0.370	-	$1.9 \times 10^{-2}$	-	-
2005/11/10	SP3	畝	下部	1	0.773	-	0.626	-	$8.6 \times 10^{-5}$	-	-
2005/11/10	PA		0-5 cm	3	0.728	2.0	0.471	5.8	$8.7 \times 10^{-4}$	$5.2 \times 10^{-3}$	$3.0 \times 10^{-4}$
2005/11/10	PA		下部	1	0.723	-	0.553	-	$8.4 \times 10^{-5}$	-	-

採土位置	CT		PA	
	SP1			
	SP2			
	SP3			

2 土壌物理性と水分量

Table 6 に試験前後における圃場の代表地点の土壌物理特性を示す。試験期間を通じて、間隙率は畝間表層で 0.76 ~ 0.78 から 0.68 ~ 0.73 に低下したが、畝上部では、0.78 からマルチ無しの条件で 0.77 (SP1), マルチ有りでは 0.79 ~ 0.81 (SP2, SP3) と大差なかった。また、PA の表層では、0.76 から 0.73 へ若干の低下が見られた。

飽和透水係数は、当初(6月1日)の表層土壌では全般に  $10^{-2} \sim 10^{-3}$  オーダーであったものが、試験後には、畝間で  $10^{-4} \sim 10^{-5}$  オーダーに低下したが、畝上部では、 $10^{-2}$  オーダーでほとんど変化は見られなかった。また、当初の SP3 の畝間における間隙率と透水係数を CT のものと比較すると、間隙率はやや小さく、透水係数は 1/5 以下と差が見られる。これは、SP3 ではマルチ張りのための管理機の走行や人の通行による踏圧の影響を反映したものと考えられる。

試験後の圃場下部の間隙率は、PA を除き概ね 0.77 ~ 0.82 の範囲にあり、畝間表層と比べると高く、また畝上部と比べても SP3 を除いてやや高い傾向にあったが、下部の透水係数は、表層土壌と比べて全般的に低かった。

CT 区で観測した ADR 土壌水分計の値は、変換式を介して体積含水率 (Fig.5) に変換した後、100cc コアサンプルの分析から得られた土壌の物性値に基づいて飽和度

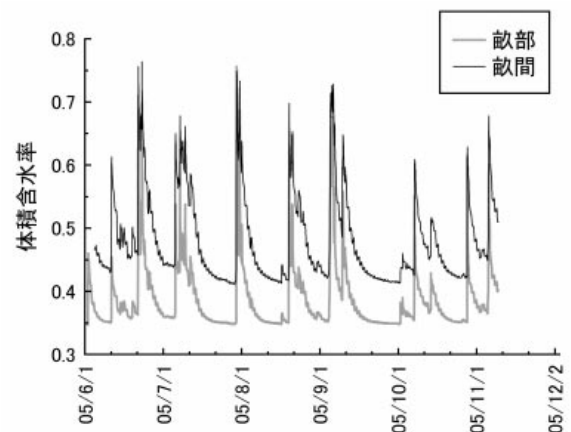


Fig.5 体積含水率の経時変化(CT)  
Temporal changes of volumetric water content

に変換した (Table 7)。土壌飽和度は、先行土壌水分の指標と考え、各降雨イベントにおける降雨直前の値を記した。なお、土壌水分の変換には室内試験に現地条件を勘案した次式を用いた。

畝部：  

$$=0.185 \cdot \exp(6.289 \cdot (x - 0.857)) + 0.334 \dots (4)$$

畝間：  

$$=0.164 \cdot \exp(6.218 \cdot (x - 0.879)) + 0.364 \dots (5)$$

Table 7 流出率と各因子  
Runoff ratio and factors

Event No.	DFS (day)	Date	Rainfall (mm)	Rainfall duration (min.)	Average rainfall intensity (mm/h)	Maximum rainfall intensity			ΣE (kJ/m <sup>2</sup> )	Sd (%)	Runoff ratio					Remarks
						1 h (mm/h)	10min. (mm/h)	5min. (mm/h)			CT (%)	SP1 (%)	SP2 (%)	SP3 (%)	PA (%)	
	3	5/22 3:00	6.0	-	-	2.5	-	-	0.00	-	-	-	-	-	-	
	10	5/29 15:00	1.5	-	-	1.0	-	-	0.06	-	-	-	-	-	-	
1	14	6/2 0:50	29.4	515	3.4	8.1	16.8	18.0	0.08	45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	14	6/2 11:15	2.5	100	1.5	1.3	3.0	3.6	0.62	57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	23	6/11 3:30	28.8	460	3.8	8.3	25.8	31.2	0.66	45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	27	6/14 18:00	6.0	280	1.3	3.0	8.4	8.4	1.28	47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	28	6/15 22:00	2.1	125	1.0	1.2	3.0	4.8	1.39	48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6	28	6/16 3:20	1.0	85	0.7	0.9	3.0	3.6	1.42	49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7	31	6/19 8:10	6.9	390	1.1	1.8	4.2	4.8	1.44	46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	34	6/21 13:30	108.4	940	6.9	20.2	31.8	33.6	1.53	47	0.0	0.0	4.5	3.7	0.1	
		(until 6/21 21:50)	74.1	505	8.8		31.8	33.6	3.17				3.0	3.4		
9	35	6/22 14:20	39.4	810	2.9	5.9	21.0	24.0	3.86	59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	35	6/23 4:55	57.1	525	6.5	19.3	57.0	66.0	4.54	65	1.0	0.7	17.0	17.0	0.7	
11	36	6/23 15:00	2.8	140	1.2	2.2	3.6	3.6	5.78	65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	36	6/24 5:50	3.1	150	1.2	1.5	3.6	4.8	5.82	59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	38	6/26 0:25	4.2	160	1.6	3.7	7.8	13.2	5.86	53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14	48	7/6 6:20	4.0	60	4.0	2.8	16.2	24.0	5.97	47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	48	7/6 9:20	27.8	230	7.3	15.8	48.6	63.6	6.05	48	0.7	0.4	29.9	27.1	0.8	
16	50	7/7 13:45	3.0	65	2.8	2.0	10.8	12.0	6.73	55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	50	7/8 3:55	5.3	35	9.1	4.8	27.6	54.0	6.78	56	0.0	0.0	34.1	16.2	0.1	
18	50	7/8 5:35	12.5	65	11.5	11.4	24.6	48.0	6.92	60	1.1	0.9	38.2	33.1	1.8	
19	72	7/29 16:35	4.2	35	7.2	4.1	22.8	32.4	7.24	45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	72	7/30 3:35	130.4	765	10.2	43.5	107.4	118.8	7.35	45	11.5	14.4	41.7	51.3	6.2	
21	73	7/31 1:55	5.2	110	2.8	4.9	13.2	14.4	10.67	60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22	73	7/31 6:30	9.5	175	3.3	4.6	18.6	24.0	10.77	61	0.0	0.0	1.2	0.7	0.1	
23	73	7/31 10:40	35.0	140	15.0	14.0	39.0	49.2	10.97	64	0.7	3.6	37.9	41.0	0.9	
24	74	7/31 14:15	38.9	320	7.3	21.0	48.6	73.2	11.82	66	4.2	5.2	23.4	30.6	1.0	
25	74	8/1 9:55	8.0	40	12.0	7.8	28.2	56.4	12.70	58	0.0	2.2	35.1	29.4	0.8	
26	78	8/4 23:45	2.7	15	10.8	2.7	12.6	25.2	12.91	49	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
27	90	8/17 1:20	11.2	115	5.8	11.0	54.0	64.8	12.98	45	0.0	0.0	7.1	2.8	0.2	
28	93	8/19 17:35	73.2	590	7.4	18.5	35.4	38.4	13.28	45	0.3	0.0	7.4	6.7	0.5	
29	94	8/20 16:30	4.6	305	0.9	1.4	3.6	7.2	14.85	57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30	94	8/20 22:50	13.4	190	4.2	9.8	30.6	36.0	14.91	59	0.1	0.0	8.8	4.9	0.4	
31	94	8/21 6:10	11.4	195	3.5	8.2	25.8	34.8	15.19	61	0.2	0.0	17.6	13.9	0.7	
32	97	8/23 14:25	7.5	330	1.4	3.2	9.0	14.4	15.44	52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
33	98	8/25 8:50	2.3	100	1.4	1.6	1.8	2.4	15.56	52	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
34	104	8/30 17:15	5.7	35	9.8	5.7	25.2	33.6	15.60	46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
35	108	9/4 7:15	2.1	170	0.7	1.6	4.2	8.4	15.75	46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36	108	9/4 11:10	2.9	175	1.0	1.6	4.8	8.4	15.78	46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37	109	9/4 15:10	6.4	160	2.4	2.8	11.4	18.0	15.83	47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38	109	9/4 21:05	521.4	3015	10.4	35.2	46.2	51.6	15.95	50	15.7	21.4	38.2	47.4	2.9	TY0514
		(until 9/6 4:20)	334.3	1880	10.7		34.8	36.0	23.28		7.7	8.5	30.0	37.9	0.7	
39	114	9/9 20:15	24.6	110	13.4	18.1	59.4	61.2	27.71	50	27.1	25.2	56.1	58.1	1.8	
40	114	9/9 23:05	5.1	130	2.4	2.6	12.6	20.4	28.34	62	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
41	114	9/10 2:40	15.9	170	5.6	9.2	21.0	30.0	28.44	62	5.8	3.0	28.2	29.1	0.3	
42	115	9/10 14:30	1.6	60	1.6	1.1	4.2	4.8	28.78	57	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
43	115	9/10 21:30	4.5	80	3.4	3.6	12.6	14.4	28.81	57	1.1	0.0	5.5	4.0	0.0	0.0
44	137	10/2 13:35	12.6	110	6.9	8.7	21.0	32.4	28.90	45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
45	137	10/3 11:05	6.0	25	14.4	6.0	26.4	46.8	29.18	47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
46	139	10/4 13:45	1.3	20	3.9	1.3	6.6	12.0	29.33	47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
47	139	10/5 5:50	2.7	90	1.8	2.0	3.6	3.6	29.36	47	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
48	142	10/8 0:20	37.9	255	8.9	28.6	73.2	91.2	29.40	46	16.8	22.5	36.0	28.2	1.7	
49	142	10/8 5:30	4.8	160	1.8	3.6	6.0	6.0	30.36	61	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
50	149	10/14 12:20	9.4	140	4.0	5.6	7.8	8.4	30.46	48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
51	149	10/14 18:10	2.1	155	0.8	1.3	4.2	7.2	30.62	53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52	161	10/26 14:40	1.2	160	0.5	0.7	1.2	1.2	30.67	46	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
53	163	10/28 17:50	38.9	220	10.6	17.7	35.4	49.2	30.69	46	5.4	4.2	10.3	3.4	0.7	
54	168	11/3 9:40	1.5	130	0.7	0.6	1.8	2.4	31.55	48	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
55	171	11/5 19:45	37.9	635	3.6	16.9	34.8	45.6	31.59	47	13.4	7.1	13.1	8.3	0.8	
56	171	11/6 7:20	15.4	70	13.2	10.1	33.6	46.8	32.35	68	23.5	11.2	23.1	23.1	1.2	
57	172	11/6 13:50	8.7	80	6.5	5.9	35.4	39.6	32.71	60	23.4	8.4	16.2	4.4	0.2	
Total rainfall(event)			1472.4			Cumulative rainfall										
Total rainfall			1492.9			kinematic energy			32.93							

—: missing data, *Italic*: interpolation value(missing data), DFS: Days from start of the experiment, ΣE: Cumulative rainfall kinetic energy just before the event, Sd: Saturation degree just before the event, TY: Typhoon

ただし、体積含水率、 $\times$ 測定値（電圧 $V$ ）である。

CTにおける体積含水率の変化をみると、降雨期間中を除くと概ね畝部の含水率が低く推移する傾向にあった。

### 3 降雨と流出特性

降雨イベントは、圃場での水文観測期間中（6月1日から11月9日まで）の162日間に、57回あった。期間中の降水量は1493mmであり、このうち1472mmが降雨イベントによる降雨であった（Table 7）。栽培試験開始後から水文観測開始までの期間（2005年5月20日～5月31日）の降水量は7.5mmと少なく、期間中は実質上、地表流出は生じなかったものと考えられる。なお、2005年の本地域の梅雨入りは6月11日、梅雨明けは7月15日であり、一雨雨量の最大値は、9月4日～7日にかけて周辺を通過した台風14号による521mmであった。Fig.6に雨水保留量曲線を示す。これをみると、例えば一雨雨量が108mmの降雨（Table 7のEvent No.8）では、95%以上が浸透（保留）するのに対して、比較的近い一雨雨量をもつEvent No.20（一雨雨量：130mm）では、雨水保留量が49～94%と大きく異なり、一雨雨量以外にも、降雨強度の違いや地表面管理の状態など他の要因が影響していることは明らかである。

さて、解析対象とした57降雨イベントのうち、流出データが観測され、地表流出率が算定されたイベントの割合は、処理区毎に95～100%であり全般に欠測は少なかった。試験中に生じた欠測は、下流側の排水路の通水障害や、台風時の強風による水位計観測箱の転倒などに起因するもので、次に述べる方法で補間した。欠測値の補間は、観測値（流出ハイドログラフ）が降雨イベントの途中まで正確に観測されていたと見なせるものについては、正常な区間のデータを用いて浸入能を算出し、その値が降雨イベント全体で一定と考えて、 $q_k = r_k \cdot i$ より地表流出量/率を計算した。また、SP3で生じた欠測値は、SP3とSP2の流出特性が類似していることから、SP2の流出率の値を援用した。Table 7では、補間により求めた地表流出率をイタリック体で記した。

試験期間を通じて地表流出率は、CT区で0～27%、SP1で0～25%、SP2で0～56%、SP3で0～58%、PAで0～6%の範囲にあり（Table 7）、全般的にはPA < CT < SP1 < SP2 < SP3の順に大きくなった。

次に、先行研究の結果を含めた夏・秋作期における通算流出率をTable 8に示す。

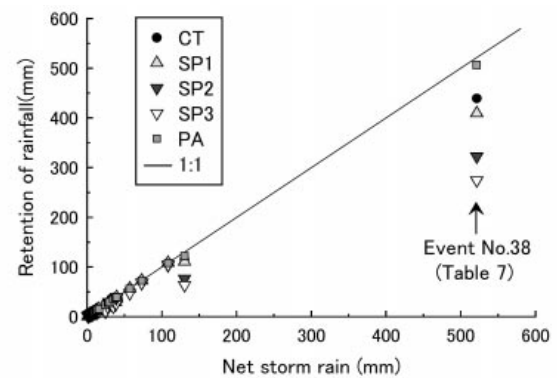
作物栽培下での通算流出率は、対照区（CT、畝有り・裸地）が8.5%であるのに対して、甘藷のマルチ無し栽培（SP1）で10.5%と甘藷栽培による通算流出率の差は小さかった。また、マルチ有り（SP2、SP3）では24～28%であり、マルチ使用の有無によって流出率に明確な違いが確認された。SP2とSP3の違いは畝間への麦稈敷設の有無であるが、通算流出率には明確な違いはみら

れなかった。

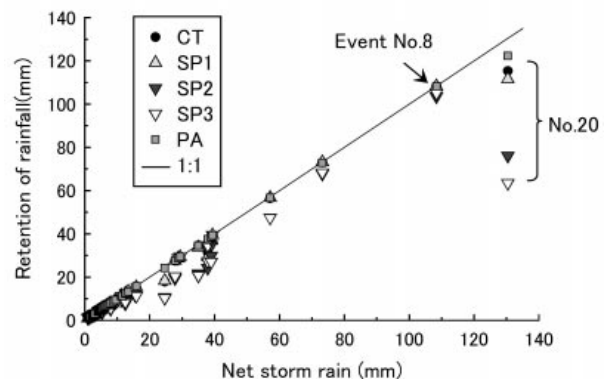
Fig.7は、甘藷栽培の有無が地表流出率に与える影響をみるために、CTとSP1の地表流出率をプロットしたものである。試験期間の前半から後半の半ばまでは、ほぼ1:1の線上に分布していたものが、試験終了直前の11月5～6日の降雨イベントでは、明らかにCTで地表流出率が高い。このことには試験終盤で枯死した地上部の一部が畝間の通水性を阻害したことが影響した可能性がある。

次に、Fig.8は甘藷作におけるマルチの有無が地表流出率に与える影響について示す。マルチ有り（SP2）では、期間前半から顕著な地表流出が生じているにもかかわらず、マルチ無し（SP1）ではほとんど生じていない。SP1では、7月30日に初めて14%に達する顕著な流出を生じており、その後は徐々にSP2との差が小さくなっている。このように不透水性のマルチによる畝部の被覆は、作期全般にわたって地表流出率を高めるがマルチ無しの栽培と比較すると特に試験期間の前期における差が大きかった。

また、通算流出率で明確な違いがみられなかったSP2とSP3の降雨イベント毎の流出高を比較したものが、Fig.9である。概ね1:1の直線上にプロットされるが、流出高が0.8～5mmの範囲では、ややSP2が高めの値をとっている。これによる地表流出の低減量は最大で1mm程度であるが、この要因として畝間に麦稈を敷設したこと



(a)全体



(b)拡大

Fig.6 雨水保留量曲線 rainfall retention curve

により、SP3での流出に遅延が生じて浸透が促進される反面、地表流出成分が減少したものと考えられる。このような関係は、流出高が6mmを超えると明確にはみられなかった。

牧草区 (PA) では、通算流出率は2%と他と比べて低かった。これは、畝がある他の試験区と比べて地表流が全面に広がること、植生が6月下旬には全面を被覆し地

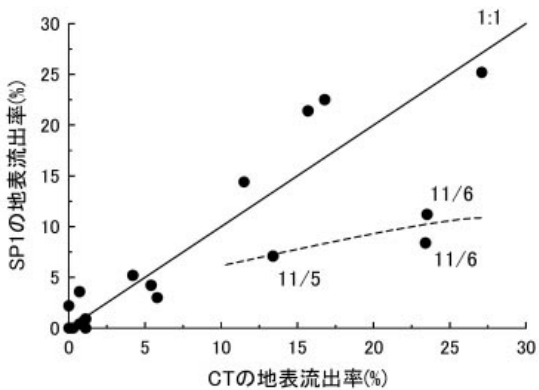


Fig.7 対照区 (CT) と甘藷 1 (SP1) の地表流出率  
Relation of runoff ratios of CT and SP1

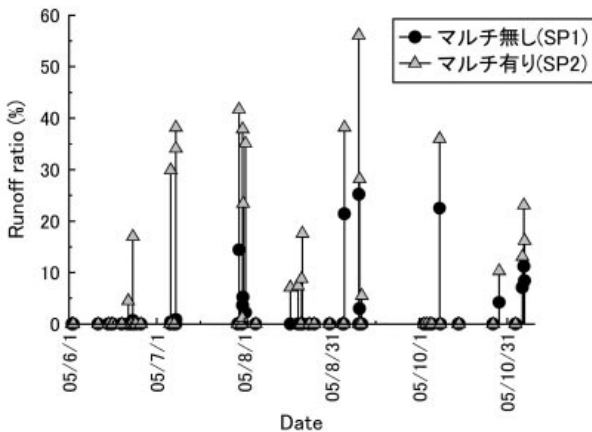


Fig.8 甘藷作のマルチの有無と地表流出率  
Comparison of runoff ratios of SP1 and SP2

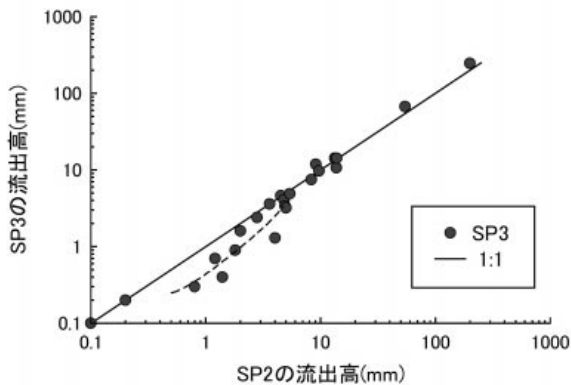


Fig.9 SP2とSP3の流出高の比較  
Comparison of depth of runoff of SP2 and SP3

表流の抵抗が増したこと、また土壌クラストの形成が進まず試験終盤においても透水係数の低下が小さかったことが要因として挙げられる。さらに、PAの試験区は前年にプラウを用いた深耕を行っており、これが影響した可能性がある。

4 浸入能の変化特性

算定された浸入能をTable 9に示す。浸入能は、20降雨イベントで算定が可能であったが、一般的に流出率が低かったPAでは、わずか5降雨イベントのみで、また、CTとSP1では11降雨イベントで算定された。

Table 8 夏・秋作期 (6月~11月上旬) の畑地表面の管理の違いによる通算の地表流出率

Total runoff ratio during summer-fall season by different management

	植生	マルチ	畝	耕耘法	通算流出率 $f'$ (%)	備考
CT: 対照区	×	×	○	標準(ローリー)の後,畝立て	8.5	
SP1: 甘藷 1	○	×	○	〃	10.5	
SP2: 甘藷 2	○	○	○	〃	24.4	
SP3: 甘藷 3	○	○	○	〃	27.7	麦稈敷設
PA: 牧草	○	×	×	ローリー耕	1.8	
裸地 1	×	×	×	ローリー耕	6.6	
裸地 2	×	×	×	ローリー耕の後,表面鎮圧	19.1	文献値 <sup>5)</sup> (2004年試験)
裸地 3	×	×	×	フ <sup>ラウ</sup> 耕(深耕)+ローリー耕	1.4	
裸地 4	×	○	○	ローリー耕の後,畝立て	45.0	

Table 9 浸入能 Infiltration rate

Event No.	Rainfall (mm)	Infiltration rate (mm/h)					Remarks
		CT	SP1	SP2	SP3	PA	
8	108.4			21.2			
(8)	74.1				22.5		Until 6/21 21:50
10	57.1			17.2			
15	27.8			20.9	23.3		
17	5.3			16.7	22.4		
18	12.5			13.3	14.5		
20	130.4	48.1	41.0	17.7	13.1	63.7	
23	35.0	37.5	31.9	14.9	13.9	37.1	
24	38.9	38.9	36.4	17.4	13.2	46.4	
25	8.0			13.5	14.8		
28	73.2			20.2	20.7		
29	4.6			23.5			
31	11.4			15.9	17.1		
38	521.4		14.8			31.0	TY14
(38)	334.3	17.6		9.9	8.3		Until 9/6 4:20
39	24.6	26.5	27.9	9.6	8.9		
41	15.9	16.7	18.2	8.2	8.1		
48	37.9	41.9	35.3	22.3	28.8	69.3	
53	38.9	23.6	25.6	20.3	27.5		
55	37.9	18.4	25.5	18.7	24.1		
56	15.4	14.6	23.2	14.8	14.8		
57	8.7	23.2	31.0	26.9			

\*アンダーラインがある数字は、流出高が 1mm 未満の降雨イベントから算出した浸入能



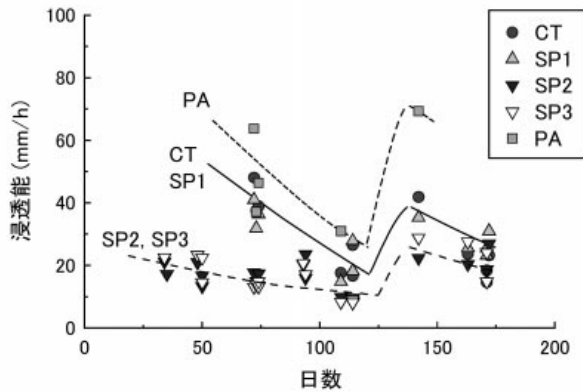


Fig.10 浸入能の経時変化  
Temporal change of infiltration rate

Fig.10に浸入能の経時変化を示す。得られた浸入能は、試験開始後115日まで日数に応じて全般的に減少する傾向がみられた。これは、土壌クラスト形成の寄与が大きいものと考えられ、試験結果からは植生を有する状態において浸入能が徐々に低下する傾向が確認された。

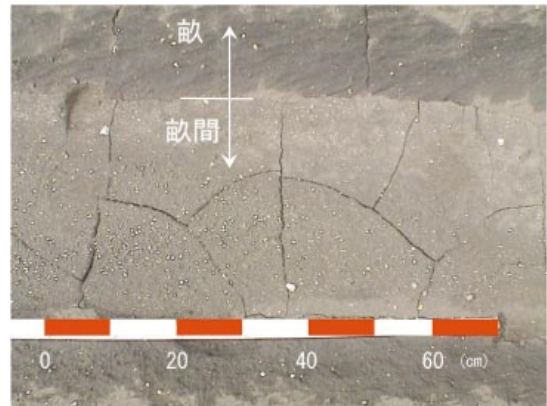
このように、自然降雨に対して地表面の浸透性が徐々に低下する傾向にあることは、例えば、早瀬(1989)が、砂土を充填した裸地斜面ライシメータにおける試験結果から同様の報告を行っている。

さて、浸入能の値は、115日以降137日目までの間に大きく上昇し、その後は再び減少する傾向が観察された。この浸入能の回復は、116日～136日(9月11日～10月1日)までの3週間の間、降雨が見られなかったため、土壌の乾燥が進み、地表面に形成していた土壌クラストに亀裂が発生するなど、それまでの浸透メカニズムが変わったことが一因と推察された。

また、この無降雨期間の直前1週間に586mmの降雨があり、急速なクラスト形成や侵食土壌の畝間への堆積によって、土壌が通常より亀裂を形成しやすい状況にあったかもしれない。Fig.11に、無降雨期間中(9月22日)にCTの畝間で広く発生が確認された亀裂の写真を示す。

次に、浸入能の変化に影響を及ぼす因子として積算降雨エネルギーとの関係について整理する。なお、積算降雨エネルギーを主要な因子と考えたのは、浸入能の低下に、圃場面に形成する土壌クラストの形成の影響が大きく、クラスト形成には雨滴の持つ運動エネルギーの影響が大きいと判断したためである(久保田ら, 2006b)。

地表面の浸透性が低下するメカニズムについて、例えば、早瀬(1989)は、次のように述べている。雨滴のもつ運動エネルギーによって生じた懸濁水は、浸透時に重力濾過され、地表近傍に粘土・シルト分が残って集積することとなり、晴天時にはこれらが固結する。さらにこれらが降雨毎に繰り返されて、地表層にやや硬い粘土・シルト分による土性集積層が形成する。Fig.12は、CTの土壌表面で観察された厚さ10数mmの緻密で硬い土壌層である。この部位が、上流側で侵食された土壌の再堆積



Date: 2005/9/22  
Fig.11 CTの畝間で観察された亀裂  
Cracks between ridges (CT)



Date: 2005/9/22  
Fig.12 土壌表面に形成した硬い土壌層 (CT)  
Hard soil layer formed on soil surface (CT)

によるものか、侵食された土壌の細粒子が浸透水とともに畝間の土壌間隙に流入し堅密な層を形成したものと等しい成因は不明であるが、表層の一部は土壌クラストであると考えられた。

Fig.13とFig.14は積算降雨エネルギーと浸入能の関係を整理したものである。Fig.13は、マルチの無いCT, SP1, PAにおける結果と、先行研究において裸地圃場(マルチ被覆の結果を含む)で得られた浸入能曲線(以下では、裸地曲線と呼ぶ)を重ねて示したものである。

今回の試験結果は図中の点線のマーク(長期無降雨)までは、裸地曲線の低下傾向と概ね重なっている。試験区毎にみると、CTは裸地曲線(深耕)とほぼ一致しているのに対して、SP1では、前半は裸地曲線(標準)に近く、また後半はそれよりやや高い。また、PAは裸地曲線(深耕)の低下傾向と類似している。PAで浸入能が高い原因のひとつとして、作物栽培の影響が挙げられる。

Fig.15に示すように、PAでは作物被覆が圃場面の8割を超えた後に積算降雨エネルギーの約95%を受けている。そのため、植生による土壌面の被覆が、土粒子の飛

散を抑制し、土壌クラストの形成速度が低下したことから、浸入能の低下が相対的に小さくなったことが推察される。

一方、前述した3週間の無降雨状態の後(長期無降雨の点線の右側)には、PA, CT, SP1で浸入能が一時的に高くなり、裸地曲線から大きく外れることが確認された。

Fig.14は、Fig.13と同様に、畝にマルチを施したSP2, SP3と比較のためSP1の結果を、裸地曲線と重ねたものである。試験期間の前半ではSP1の浸入能が36~41mm/hであるのに対して、SP2, SP3では13~23mm/hと半分程度であった。マルチ被覆の面積割合が5割強であることを考えると、この差はマルチ被覆により単純に浸透面積が減少したと想定した場合の影響としてほぼ説明できる。

一方、SP2とSP3では、図中の点線のマーク(長期無降雨)までは、ほとんど一致していた。これは、SP3の畝間の一部に敷設した麦稈が浸入能や水収支にほとんど影響しなかったことを示している。

また、これらの浸入能と積算降雨エネルギーの関係を見ると、SP2, SP3は、当初は裸地曲線(マルチ)の浸入能と同程度の20mm/hであったものが、その後は緩やかに低下し、裸地曲線(マルチ)ほど顕著な減少は示さなかった。この要因として、PAと同様に作物栽培の影響が指摘される。Fig.15に示すように、期間中の積算降雨エネルギーの8割(SP2)程度が、作物被覆が圃場面積の8割を超えた後に受けており、土壌クラストの生成が妨げられ、畝間における浸入能の低下傾向が緩和されたものと考えられる。

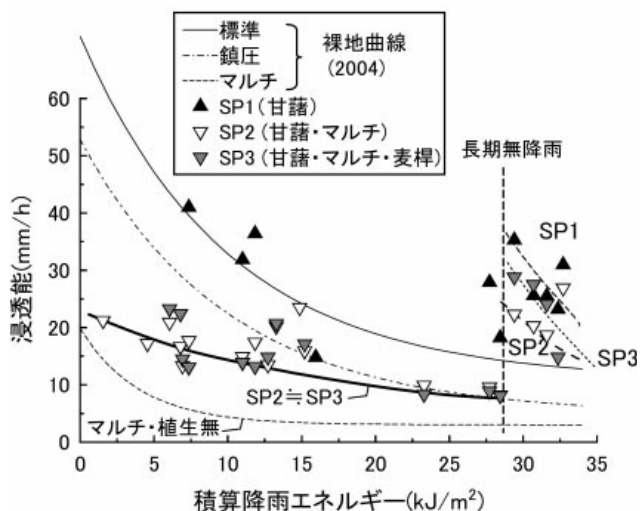


Fig.14 積算降雨エネルギーと浸入能の関係(2)

Relationship between cumulative rainfall energy and infiltration rate (2)

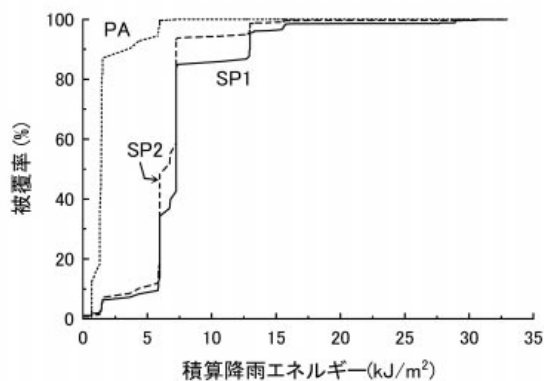


Fig.15 積算降雨エネルギーと作物被覆率

Relationship between cumulative rainfall energy and ratio of plant coverage

結 言

本報は、2005年に鹿児島県笠野原地上の緩傾斜畑地圃場で行った圃場流出試験の結果をとりまとめたものである。畑地の地表面管理の違いによる地表流出率と浸入能等への影響について、作物栽培を考慮した条件で試験を実施した。

得られた結果をまとめると次の通りである。

- i) 作物被覆率には、牧草の被覆が早いなど作物や栽培管理の違いによる差異がみられた。また、表層土壌の特性は試験区毎に栽培管理履歴を反映しており、例えば透水係数では当初 $10^{-2} \sim 10^{-3}$ オーダーであったものが、試験後には畝間で $10^{-4} \sim 10^{-5}$ オーダーへ低下した。
- i) 夏・秋作期における通算流出率は、対照区(CT)と甘藷1(SP1)は10%前後で大差ないが、試験期間の終盤においてSP1の流出率が低減する傾向がみられた。また、甘藷作におけるマルチの使用により流出率は、11%から25~28%へと明確な上昇が確認され

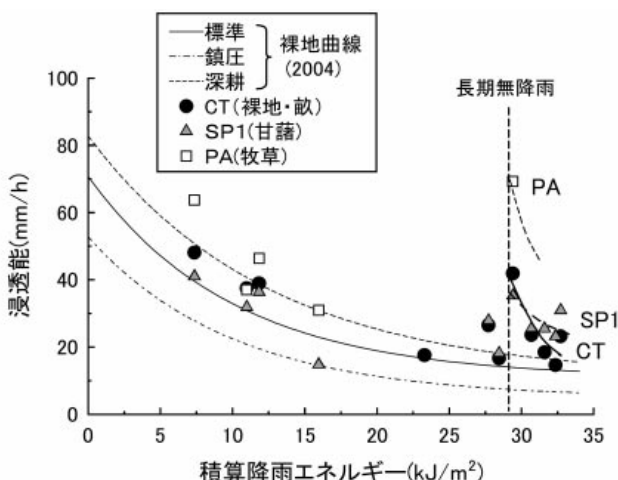


Fig.13 積算降雨エネルギーと浸入能の関係(1)

Relationship between cumulative rainfall energy and infiltration rate (1)

た。さらに、甘藷作で畝間への麦稈敷設の影響をみたSP2とSP3では、流出率は25～28%と差は明らかではなかったが、流出高が0.8～5mmの範囲で最大1mm程度の麦稈敷設による流出成分の減少傾向が観察された。

- iii) 浸入能の長期的な傾向を検討した結果、作物栽培を考慮した条件において、浸入能の長期的な低下傾向が認められた。試験期間の前半ではSP1の浸入能に対して、SP2とSP3が半分程度であったが、この差はマルチ被覆による浸透面積減少の影響で概ね説明される。
- iv) 3週間にわたる長期の無降雨条件下で、圃場の浸透特性が変化し、浸入能が一時的に回復することがわかった。この一因として、土壌表面の乾燥による亀裂の形成が、土壌クラストによる透水性の低下をリカバーすることが推察された。

### 参考文献

- 1) 雁野勝宣・長谷川功・大場和彦・桃木徳博 (1993) : 南九州畑地における耕盤の実態と耕うん法の違いによる水移動特性, 農業および園芸68 (8), 887-893
- 2) 早瀬吉雄 (1989) : 裸地斜面ライシメータにおける表面流出発生機構について, H元農土学会講要, 116-117
- 3) 金子 良 (1978) : 都市化進行流域における浸透域, 貯留域の役割, 農土誌46 (2), 64-66
- 4) 久保田富次郎 (2006a) : 雨水の浸透機能からみた農村小流域における土地利用の分類, 農村計画学会2006年度春季研究発表会講演要旨集, 21-22
- 5) 久保田富次郎・増本隆夫・吉田武郎・田中正一・古江広治 (2006b) : 営農管理の違いが畑地の水収支特性に及ぼす影響 無植生圃場の管理を対象として, 農工研技報, 204, 129-144
- 6) 町田 洋・新井房夫 (1992) : 火山灰アトラス [日本列島とその周辺], 東京大学出版会, 54-59
- 7) 森脇寛 (1983) : 降雨実験による畑地模型の表面流出について, 国立防災科学技術センター研究報告30, 65-83
- 8) 諸泉利嗣・佐藤裕一・佐藤幸一・三浦健志 (2001) : 心土破砕が傾斜畑の表面流出量と圧力水頭・地温に与える影響, 土壌の物理性88, 45-52
- 9) 永石義隆・原口暢朗 (1990) : 心土破砕による傾斜地の地表水制御について, 四国農試報53, 95-111
- 10) 日本学術会議 (2001) : 地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価について (答申), 51-54
- 11) 志村博康 (1982) : 水田・畑の治水機能評価, 農土誌50 (1), 25-29
- 12) 田中正一・古江広治・森田重則 (2004) : 厚層多腐植質黒ボク土における土壌水分の変化, 九農研66, 57
- 13) Wischmeier W H, D D Smith (1958) : Rainfall energy and its relationship to soil losses., Transactions of the American Geophysical Union 39, 285-291
- 14) 山崎清功・徳留昭一・氏家 勉 (1984) : 傾斜地における土地利用方式が物質の動態に及ぼす影響 第1報 ライシメータにおける水の動態と収支, 四国農試報43, 38-74

## Changing Characteristics in the Infiltration Rate Considering the Influence of Crop Cultivation

KUBOTA Tomijiro, MASUMOTO Takeo, YOSHIDA Takeo, TANAKA Shoichi and FURUE Koji

### Summary

It is necessary to study means for fostering an environmentally-sound water cycle while problems of decreased stream flow and spring water appear. The impact of tillage and utilization of plastic mulch on hydrological processes have not been sufficiently clarified. In this report, the runoff ratio and infiltration rate were experimentally examined by five treatments of farmland management.

The results of this study are as follows:

i) The runoff ratios in the mulch treatments on the ridge with sweet potatoes were increased up to 25-28%, while the treatments were about 10% without mulch and for the reference treatment. The runoff ratio without mulch in the sweet potatoes was not significantly different from the reference (bare soil).

ii) The mulch treatments with sweet potatoes had half the infiltration rate when compared with that of the treatment without mulch in the first half of the field test.

iii) The infiltration rate gradually decreased according to the increase in cumulative rainfall energy. However, the infiltration rate increased once after three weeks of dryness. It was assumed that the formation of cracks on the surface of soil by the three weeks of dryness had recovered the decrease of the infiltration rate with the soil crust.

**Keywords :** surface runoff, farmland hydrology, farming management, plastic mulch, hydrologic cycle, infiltration rate