

転換畑大豆の生育・収量に及ぼす降水の影響

誌名	愛媛県農業試験場研究報告 = Bulletin of the Ehime Agricultural Experiment Station
ISSN	03887782
巻/号	32
掲載ページ	p. 29-35
発行年月	1993年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



転換畑大豆の生育・収量に及ぼす降水の影響*

竹之内篤・芝田英明・岩城篤哉

緒 言

水田利用再編対策の実施に伴い大豆栽培は、水田転作の特定作物として奨励され、栽培面積が増加していたが、1987年をピークに年々減少している。この原因としては、大豆価格の下落や転作緩和といった大豆をめぐる情勢の悪化があげられる。また、気象要因の影響を受けやすく、収量性が不安定な事が一因としてあげられる。このため、気象要因に対応した大豆栽培技術の確立が重要である。

大豆の生育・収量に及ぼす気象要因の影響については、大久保⁶⁾、宮川ら³⁾の気温と収量に関する報告があるが、いずれも普通畑における報告である。水田転換畑の大豆栽培においては、すでに、生育初期の土壌の過湿が生育を遅延し減収する事¹⁾、あるいは、開花期以降の土壌の過乾は落花・落莢を助長するため、畦間灌水が重要であることが指摘されている^{1, 2, 12)}。このように、転換畑大豆においては、水ストレスの影響を受けやすいが、降水の影響について統計的に解析した報告は少ない^{4, 10)}。

また、大豆に対する干害軽減対策の一つとして、有機物施用による土壌物理性の改善が考えられる。有機物施用の効果については、根粒の着生を旺盛とし、増収する

との報告^{13, 14, 15)}はあるが、その効果を、降水との関係から統計的に検討した例はない。

そこで、愛媛農試の過去の試験成績から、転換畑大豆の生育・収量に及ぼす降水の影響について検討したので報告する。

材料及び方法

解析には、北条市上難波の愛媛農試の気象観測値及び大豆奨励品種決定調査('83-'92年)、大豆連作障害対策試験('83-'88年)、播種期試験('83, '84, '86-'88, '91年)の成績を使用した。

供試圃場は、愛媛農試の水田転換畑で、土壌は花崗岩を母材とする中粗粒灰色低地土である。供試品種はタマホマレで、品種間差異の検討にはフクユタカ及びニシムスメを供試した。

栽培管理は、当場の慣行により行った。施肥の基本量は、苦土石灰150kg/10a、バーク堆肥4t/10a、基肥に窒素3kg/10a、リン酸10kg/10a、加里10kg/10aを施用した。前作は裸麦で、麦稈は全量すき込んだ。

降水の影響については、播種期から開花始期頃までの50日間を生育初期、それ以降の開花盛期から着莢始期頃

第1表 気象要因と各収量関連形質の相関係数

項 目	主茎長	分枝数	莢 数	一莢粒数	総粒数	全 重	百粒重	子実重	粒茎比	
日 射 量	6月	0.406	0.080	-0.126	-0.320	-0.425	-0.174	0.395	-0.281	-0.359
	7月	-0.042	0.193	0.458	0.046	0.458	0.275	-0.654	0.113	-0.279
	8月	0.347	0.214	-0.120	-0.497	-0.651	-0.435	0.503	-0.315	0.054
	9月	0.234	0.138	-0.340	0.424	0.070	0.050	-0.020	0.032	-0.010
	10月	0.134	0.027	-0.375	0.339	-0.034	0.039	0.304	0.128	0.269
降 水 量	6月	-0.008	-0.434	0.107	0.178	0.283	0.211	0.068	0.426	0.640
	7月	0.419	-0.103	-0.560	0.110	-0.634	-0.399	0.555	-0.395	-0.208
	8月	-0.256	-0.395	-0.004	0.478	0.533	0.391	-0.226	0.349	0.122
	9月	0.102	0.059	0.122	-0.320	-0.229	-0.124	0.077	-0.141	0.137
	10月	0.147	-0.221	-0.312	-0.303	-0.556	-0.421	0.346	-0.435	-0.275
平均気温	6月	-0.446	-0.246	-0.021	-0.347	-0.326	-0.410	-0.039	-0.343	-0.073
	7月	-0.259	-0.048	0.091	-0.100	0.007	-0.173	-0.421	-0.249	-0.308
	8月	0.059	0.631	0.012	-0.228	-0.265	-0.342	-0.514	-0.610	-0.878**
	9月	0.297	0.012	0.362	0.260	0.558	0.521	-0.453	0.336	-0.208
	10月	0.127	-0.326	-0.089	0.266	0.219	0.188	-0.114	0.091	-0.150

注) 1. '83-88, 90, 92年大豆奨励品種決定調査、品種：タマホマレ

2. n = 8、有意水準：** 1%、* 5%

*大要は日本作物学会四国支部第29回講演会（平成4年11月）で発表した。

までの30日間を生育中期とし、それぞれの時期に分けて、降水量と降水日数についてそれぞれ関係を求めた。なお、降水日数は5mm以上の降水があった日数とした。

結 果

1 各気象要因と大豆の生育・収量との関係

奨励品種決定調査の成績から各月の気象要因と各収量関連形質との相関係数を求め、第1表に示した。

その結果、日射量及び降水量は各形質との有意な相関は認められなかった。平均気温との関係では、8月の平均気温と粒茎比の間に負の相関が認められた。

2 生育初期と生育中期における降水の影響

降水の影響を解析するため、生育初期と生育中期の各降水量、降水日数と各収量関連形質の相関係数を求め、第2表に示した。

これから、初期の降水日数と莢数との間に負の相関が認められた。

3 降水の影響における品種間差異

降水の影響における品種間差異を検討するため、タマホマレを基準としてフクユタカ及びニシムスメとの比較

をした。

各品種の特性については、奨励品種決定調査成績の平均値を第3表に示した。フクユタカはタマホマレに比べ成熟期が遅い晩生の品種で、主茎長が長いため倒伏し易く、収量は87%と低収である。ニシムスメは、タマホマレとほぼ同様な生態型で、やや分枝数が少なく、収量は95%とやや低収である。

それぞれの品種における各形質のタマホマレに対する比率を求め、降水との相関係数を求めた結果をそれぞれ第4、5表に示した。また、ニシムスメの生育初期の降水日数と子実重の関係を第1図に示した。

フクユタカは、生育初期の降水量と降水日数の両方と主茎長の間、生育初期の降水日数と分枝数の間及び生育中期の降水日数と百粒重の間にそれぞれ正の相関が認められた。

また、ニシムスメは、生育初期の降水日数と莢数、百粒重、子実重、粒茎比の間に正の相関が認められた。ニ

第2表 生育初期・中期の降水量・日数と各収量関連形質の相関係数

項 目	主茎長	分枝数	莢 数	一莢粒数	総粒数	全 重	百粒重	子実重	粒茎比
初 量	0.084	0.314	-0.531	0.452	0.075	0.106	0.032	0.107	0.080
期 日 数	-0.073	0.342	-0.845**	0.210	-0.581	-0.558	0.290	-0.475	0.104
中 量	0.285	0.343	0.029	0.426	0.515	0.363	0.237	0.325	0.119
期 日 数	-0.342	-0.408	-0.019	0.340	0.396	0.240	-0.144	0.262	0.203

注) 第1表と同様

第3表 供試品種の生育特性

品 種	開花期 (月・日)	成熟期 (月・日)	倒 伏 程 度	主茎長 (cm)	分枝数	子実重 (kg/a)	同左標 準比率 (%)	百粒重 (g)
フクユタカ	8.10	11.1	多	78	4.3	30.2	87	33.6
ニシムスメ	7.30	10.19	少	54	3.6	32.9	95	32.1
タマホマレ (標)	7.31	10.26	少	57	4.1	34.5	100	30.0

注) '81-'92年大豆奨励品種決定調査成績の平均値、播種期：6月17日

第4表 生育初期・中期の降水量・日数とフクユタカの各収量関連形質(タマホマレ対比)の相関係数

項 目	主茎長	分枝数	莢 数	一莢粒数	総粒数	全 重	百粒重	子実重	粒茎比
初 量	0.671*	0.381	0.393	0.123	0.293	0.068	0.196	0.300	0.391
期 日 数	0.748*	0.697*	0.607	-0.382	0.319	0.344	-0.289	0.281	0.028
中 量	0.159	0.012	0.212	-0.491	0.075	0.558	0.615	0.270	0.229
期 日 数	0.035	-0.150	0.038	-0.593	-0.305	0.524	0.680*	0.031	-0.501

注) 1. '83-92年大豆奨励品種決定調査
2. n=10、有意水準：**1%、*5%
3. タマホマレ対比：フクユタカの各収量関連形質をタマホマレのそれを100とした指数

第5表 生育初期・中期の降水量・日数とニシムスメの各収量関連形質(タマホマレ対比)の相関係数

項 目	主茎長	分枝数	莢 数	一莢粒数	総粒数	全 重	百粒重	子実重	粒茎比
初 量	-0.229	0.294	0.700*	-0.564	0.370	0.366	0.680*	0.510	0.644*
期 日 数	-0.653*	0.631*	0.780**	-0.229	0.715*	0.714*	0.844**	0.859**	0.853**
中 量	-0.372	0.032	-0.505	0.525	-0.184	-0.301	-0.079	-0.178	0.145
期 日 数	-0.464	0.000	-0.493	0.549	-0.151	-0.283	-0.077	-0.145	0.171

注) 第4表と同様

シムスメはタマホマレに比べ、平均収量では5%程度低収であるが、生育初期に降水の多い年ほど多収となり、最大で2割程度の多収となった。

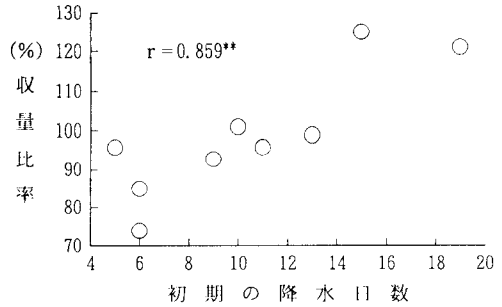
4 降水の影響における圃場条件間差

降水の影響における圃場条件間差を検討するため、排水性がやや不良な基盤整備田と排水性が良好な未基盤整備田との比較をし、第6表に示した。

基盤整備田は、初期の降水日数と莢数の間に負の相関、生育中期の降水量と粒茎比の間に正の相関が認められた。しかし、未基盤整備田では、いずれも有意な相関が認められなかった。

5 播種期と収量の関係に及ぼす降水の影響

播種期と収量の関係に及ぼす降水の影響を検討するため、過去の播種期試験をまとめ、播種期と収量の関係を

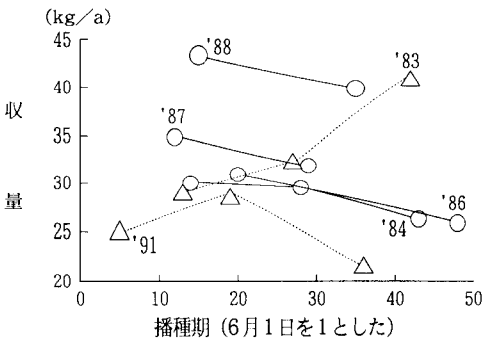


第1図 生育初期の降水日数とニシムスメの収量比率（タマホマレ対比）の関係

第6表 基盤整備田（排水性がやや不良）と未基盤整備田（排水性良好）における生育初期・中期の降水量・日数との相関係数

項目	主茎長	分枝数	莢数	一莢粒数	総粒数	全重	百粒重	子実重	粒茎比
基盤整備田 初期 量	0.091	0.271	-0.623	0.898*	0.226	0.083	0.365	0.037	0.079
基盤整備田 初期 日数	-0.232	-0.144	-0.912*	0.878*	-0.165	-0.305	0.497	-0.304	-0.220
基盤整備田 中期 量	0.195	0.690	0.524	0.066	0.705	0.516	0.511	0.733	0.928*
基盤整備田 中期 日数	-0.325	-0.608	0.436	-0.048	0.615	0.366	0.306	0.600	0.869
未基盤整備田 初期 量	-0.328	0.225	0.336	-0.224	0.139	0.610	0.572	0.343	-0.124
未基盤整備田 初期 日数	-0.633	0.532	0.369	-0.153	0.210	0.568	0.598	0.428	0.083
未基盤整備田 中期 量	0.808	-0.591	0.276	-0.301	-0.067	0.021	-0.561	-0.066	-0.122
未基盤整備田 中期 日数	0.700	0.436	0.201	-0.501	-0.094	-0.158	-0.419	-0.211	-0.198

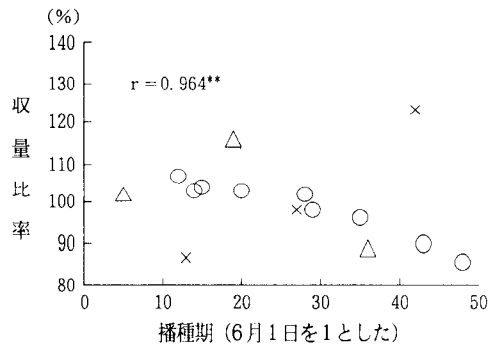
注) 1. 基盤整備田：'83-86、88年大豆奨励品種決定調査
未基盤整備田：'83-86、88年大豆連作障害対策試験、'84年以降は堆肥区
2. 品種：タマホマレ
3. n = 5、有意水準：**1%、*5%



第2図 播種期と収量の関係

第2図に示した。また、播種期が6月25日の収量を100とした収量比率を求め、播種期と収量比率の関係を第3図に示した。

これから、播種期と収量の間には、平年は負の相関があり、早播きで増収する傾向が認められた。しかし、'83年の7月22日から8月26日までの36日間連続無降水日を記録し、干害が著しかった年及び'91年の早播き栽培では播種後50日間に371mmの降水量があり、湿害が著しか



第3図 播種期と収量比率の関係

注) ×：'83年、△：'91年、○：'84、86、87、88年
相関係数：○の年のみで求めた。
収量比率：6月25日播種を100%とした値。

った年は、平年の関係とは大きく異なった傾向が認められた。

6 降水の影響に対するバーク堆肥施用効果

干害軽減対策の一つとして、降水の影響に対するバーク堆肥施用効果を検討した。バーク堆肥を大豆作付け前に毎年10a当たり2t施用している試験区の収量関連形質

第7表 生育初期・中期の降水量・日数とパーク堆肥効用効果の相関係数

項目	主茎長	分枝数	莢数	一莢粒数	総粒数	全重	百粒重	子実重	粒茎比
初期量	0.810*	-0.308	0.465	-0.265	0.442	0.562	0.257	0.571	-0.075
初期日数	0.612	-0.546	0.547	-0.331	0.453	0.504	0.389	0.648	0.246
中期量	-0.536	0.179	-0.760*	0.347	-0.842**	-0.858**	0.215	-0.725*	0.506
中期日数	-0.479	0.093	-0.640	0.164	-0.854**	-0.942**	0.033	-0.864**	0.380

注) 1. '84-92年('87年除く)大豆連作障害対策試験

2. n=8、有意水準：**1%、*5%

3. パーク堆肥施用効果：堆肥施用区の各形質を無処理区のそれを100とした指数。

を、無処理区のそれで比率を求めたものと、降水との相関係数を求め、第7表に示した。また、生育中期の降水日数とパーク堆肥施用効果(子実重)の関係を第4図に示した。

これから、生育中期の降水量及び降水日数とも総粒数、全重、子実重の間に負の相関が認められた。子実重に対するパーク堆肥施用効果については、生育中期の干ばつの程度が大きい年ほど増収し、最大では2割程度の増収となったが、降水が適度であった年には、増収しなかった。

考 察

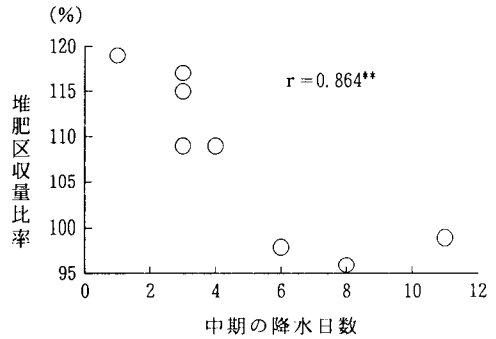
大豆の生育・収量に及ぼす気象要因の影響は、温暖地の普通畑においては、9月の日射量との相関が高いと報告されている³⁾。しかし、今回の試験では、日射量及び降水量では有意な相関は認められなかった。平均気温との関係では、8月の平均気温と粒茎比の間に負の相関が認められた。これは夏期の高温障害による落花・落莢といった直接的な悪影響が考えられる。しかし、これ以外にも、高温年ほど少雨な事や虫害が多発する事等による影響も関与していると推察される。

また、水田転換畑においては、生育初期の湿害の影響が大きい事が指摘されている¹¹⁾。ここでは、生育初期の降水日数と莢数との間に負の相関が認められた。これは生育初期の多雨により湿害を受け莢数が減少したためと考えられる。

近年、水田転換畑での栽培が増加したため、大豆の水ストレスに対する品種間差異について、耐湿性や耐干性品種の選定などが実験的手法によって検討されている^{5,9)}。ここでは、過去の試験成績からタマホマレ、フクユタカ及びニシムスメを供試し、降水の影響について品種間差異を明らかにしようとした。各品種ごとに降水との関係を求めると、年次間変動が大きく傾向がつかみにくいため、タマホマレを基準としそれぞれの品種における各形質の比率を求め、降水との関係を検討した。

その結果、フクユタカは、生育初期の降水が多い年ほどタマホマレに比べ主茎長が伸びる傾向にあったが、収量への影響は明確な差異が認められなかった。

一方、ニシムスメでは、生育初期に降水が多い年ほど、



第4図 生育中期の降水日数と堆肥施用効果(子実重)の関係

タマホマレに比べ多収が得られる傾向があった。ニシムスメは、タマホマレとほぼ同様の生態型と考えられていたが、降水に対する反応は大きく違う事が明らかになり、タマホマレより生育初期の湿害に強いのではないかと推察された。そこで、今後ニシムスメを現場に普及させる場合には、実験的手法により水ストレスの影響の違いを十分に検討し、各地域の降水条件や各圃場の土壌水分条件等による栽培適地の判定や栽培技術の確立が重要と考えられる。

水ストレスの影響は、圃場条件、特に排水性の違いが大きく影響を及ぼすと考えられる。そこで、圃場条件の違いについて検討するため、排水性の異なる圃場間の比較をした。その結果、排水性のやや劣る基盤整備圃場が水ストレスの影響を強く受ける傾向が認められた。芝田ら⁸⁾は、基盤整備圃場において深耕により透水性が改善され、湿害の回避による生育促進と作土層の拡大による根圏域の拡大が図られ、大豆が増収する事を認めている。従って、排水性が劣る圃場では、深耕等による排水対策や開花期以降の灌水が特に重要であると考えられる。

播種期と収量の関係は、一般にタマホマレでは播種期が早いほど生育が旺盛となり収量が高まる傾向がある。しかし、年次により必ずしもそうならない場合があるので、その要因の一つとして降水の影響について検討した。その結果、特異年を除くと播種期と収量の間に負の相関があり、早播きで増収する傾向が認められた。特異年は、干害や湿害を特に強く受けた年であり、平年の傾

向と大きく異なった関係がみられた。このことから、播種期と収量の関係の年次変動が見られる一因として、降水の影響があると考えられる。

干害軽減対策の一つとして、バーク堆肥施用効果について検討した結果、生育中期の降水とバーク堆肥施用効果（子実重）の間に負の相関があり、干ばつの程度が大きい年ほど堆肥施用による増収効果が認められた。

山田ら¹⁷⁾は、堆肥施用により土壌の物理性が高まり水分の利用効率を高める事を認めている。今野ら¹⁶⁾は、畑作物に対するバーク堆肥施用効果は、窒素肥効のほか、土壌の理化学性の改善効果も期待する事ができている。また、脇本ら^{14,15)}は、大豆に対する有機物施用により土壌水分が高まる事を認めている。本試験結果でも、バーク堆肥の施用により、土壌の物理性が改善され保水性が高まり、夏期の干害軽減効果が現れたものと推察される。

また、第4図から、開花期以降の1カ月間で、降水日が4日以下の少雨の年には堆肥無施用の場合、何らかの干害対策が必要であったとも考えられる。すでに、開花期以降に、無降雨日が1週間程度続いた場合には、畦間灌水等の干害対策が有効であるとの報告例¹⁾と同様の傾向にあったものと考えられる。

筆者ら¹²⁾は、中耕培土の効果について、その後の土壌水分の影響を受けやすく、土壌が乾燥した場合には、畦間灌水がその効果を高めるために重要である事をすでに報告している。今回の試験からも、播種期試験や有機物施用試験等の栽培技術確立試験については降水の影響を十分把握して検討する事や、降水に対応した栽培技術確立の重要性が示唆された。

最後に、降水の影響については、降水量と降水日数の面から生育初期と生育中期にわけて検討した。しかし、水田転換畑では、土壌水分条件の変化が激しく、生育初期に湿害を受けた場合には、開花期以降の干害を受けやすいことも報告されている¹²⁾。そこで、湿害と干害の相互関係についても今後検討する必要がある。そのため、土壌水分予測モデル⁷⁾の利用等により気象データから圃場の土壌水分状態の的確な把握をし、降水の影響をより明確に解析する事が必要であると考えられた。

摘 要

- 1 各月の気象要因との関係は、有意な相関はあまり認められなかったが、生育初期の降水日数と莢数との間に負の相関が認められた。
- 2 降水の影響には、品種間差異が認められ、ニシムスメは、生育初期に降水が多い年ほどタマホマレに比べ多収であった。
- 3 排水性が不良な圃場が、降水の影響を強く受ける傾向が認められた。

- 4 播種期と収量の関係は、平年は早播きで増収する傾向が認められたが、干害や湿害を特に強く受けた年は、異なった関係にあった。
- 5 バーク堆肥施用効果は、生育中期の降水が少ない年ほど高くなる傾向が認められた。
- 6 これらから、転換畑大豆において、降水の影響が大きい事と、バーク堆肥の施用が、干害軽減対策として有効である事が示唆された。

謝辞：本報告をとりまとめるにあたり、御協力、御助言をいただいた農林水産省農業研究センター耕地利用部気象災害研究室の皆様にご感謝の意を表す。

引 用 文 献

- 1) 伊藤邦夫. 1987. ダイズ作におけるうね間かん水の効果. 農業及び園芸 62 (2). 299 - 304.
- 2) 松下真一郎・浅生秀孝. 1988. 転換畑大豆における畦間かん水の効果. 農業技術 43 (3). 125 - 127.
- 3) 宮川敏男・石丸治澄・波多江政光. 1976. 秋大豆の収量と気象効果に関する解析的研究. 九州農業試験場報告 18 (3). 217 - 246
- 4) 中村大二郎・横尾浩明. 1987. 転換畑大豆収量の年次変動と生育および気象との関係. 日作九支報 54. 75 - 79.
- 5) 中澤芳則・沢畑 秀. 1988. 耐湿性大豆品種のスクリーニング. 第2報. 湛水処理後の発根率によるスクリーニング. 日作九支報 55. 78 - 80.
- 6) 大久保隆弘. 1980. 大豆の生態と栽培技術. 94 - 98. 農村漁村文化協会. 東京.
- 7) 清野 豁. 1990. 気候的植物生産力モデルと土壌物理性 - 土壌水分の気候学的推定の試み -. 土壌の物理性 61. 11 - 18.
- 8) 芝田英明・竹之内篤. 1989. 基盤整備水田における深耕が大豆及び麦の生育・収量に及ぼす影響. 愛媛農試研報 29. 128 - 132.
- 9) 島田信二・芝田英明・国分牧衛. 1991. 大豆における午後の光合成速度低下の品種間差異. 日作関東支部報 5. 71 - 72.
- 10) 鈴木一男・三輪 晋・亀倉 寿. 1982. 極晩播大豆の子実収量と諸形質との関係及び気象要因の影響について. 千葉農試研報 23. 41 - 47.
- 11) 杉本秀樹・雨宮 昭・佐藤 亨・竹之内篤. 1988. 水田転換畑におけるダイズの過湿障害. 第1報. 土壌の過湿処理が乾物生産と子実収量に及ぼす影響. 日作紀 57 (1). 71 - 76.
- 12) 竹之内篤・芝田英明. 1992. 水田転換畑における中耕培土と灌水が大豆の生育と子実収量に及ぼす影響. 愛媛農試研報 31. 73 - 79.

- 13) 吉田重方. 1979. ダイズの窒素栄養に及ぼす堆肥施用の影響. 日作紀 48 (1), 17 - 24.
- 14) 脇本賢三・梶本晶子・伊藤 信. 1987. 温暖地における転換畑のダイズに対する有機物施用と窒素施肥. 土肥誌 58 (3), 334 - 342.
- 15) ———・—————・—————. 1987. 転換畑におけるダイズ・コムギ安定多収のための施肥法. 農業及び園芸 62 (10), 1171 - 1176
- 16) 今野一男・平井義孝・東田修司. 1986. パーク堆肥の窒素肥効と畑作物の生育収量に及ぼす影響. 北海道立農試集報 55, 33 - 43.
- 17) 山田良三・今泉 俊. 1987. 土壤水分環境と作物の生育 (第1報) 有機物、もみがらくん炭による物理性改善と水分の有効利用. 愛知農総試研報 19, 501 - 512.

Effects of precipitation on the Growth and Seed Yield of Soybeans
in an Upland Field Converted from Paddy

Atsushi TAKENOUCI, Hideaki SHIBATA
and Atsuya IWAKI

Summary

1. It was not significant correlation between meteorological elements in every month and the seed yield or plant characters of soybeans. But it was appreciated that the correlation between days of precipitation at early growth period and in number of pods was significantly negative high.
2. It was appreciated that effects of precipitation had the varietal difference. When it was much precipitation at early growth period, it increased the seed yield ratio of Nishimusume-Tamahomare.
3. It was appreciated the tendency that effects of precipitation on the seed yield and plant characters of soybeans become serious in ill-drained paddy field.
4. In normal year it was appreciated that the earlier the sowing time was, the more the seed yield was. However, the relation between the sowing time and the seed yield was different in year when it was severely injured by drought or excess moisture.
5. It was appreciated that the less the precipitation at middle growth period was, the more the bark composts application was effective.
6. Therefore it was suggested that effect of precipitation was serious and the application of bark composts was available as counterplan for mitigation of drought injury in an upland field converted from paddy.