



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

小規模耕地における集約栽培技術の解析：
ヤマノイモ畑におけるトウモロコシ及びインゲンマ
メ間作による耕地利用効率の評価

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-06-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 堀内, 孝次, 池田, 裕 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/5751

小規模耕地における集約栽培技術の解析
——ヤマノイモ畑におけるトウモロコシ及びインゲンマメ
間作による耕地利用効率の評価——

堀内孝次・池田 裕*

作物学研究室

(1984年7月31日受理)

Analysis of Intensive Cultivation Techniques
in Small Land Farming

Effective land use by intercropping culture in the case
of combinations of Japanese yam, kidney bean and maize

Takatsugu HORIUCHI and Yutaka IKEDA

Laboratory of crop science

(Received July 31, 1984)

SUMMARY

A field experiment was undertaken to determine the growth and yield of component crops in intercropping culture with maize and kidney bean in the Japanese yam field and to find a reasonable combination of crops from the viewpoint of land use efficiency. Three plots such as monoculture of Japanese yam (D), intercropping of maize and Japanese yam (ZD) and maize, kidney bean and Japanese yam (ZPD), were designed by randomized method with three replications at the attached farm of Faculty of Agriculture, Gifu University in 1980. The results obtained were as follows :

Light intensity in the plant community on Aug. 8 (ripening stage of maize and flowering stage of kidney bean) was lower at one meter level vertically from soil surface at ZPD plot and ZD plot, especially, this degree was lowest in the ZPD plot. Yield of Japanese yam was significantly higher in monoculture (D) than in intercropping culture (ZPD) because of the small size of tubers, but there was no difference in the yield between intercropping plots. Yield of maize between the intercropping plots showed no significant difference though yield of ZD plot tended to be higher than that of ZPD plot. Especially, in ZD plot, grain products from maize was added to tuber yield as the increment of yield advantage, since there was no difference in tuber weight between D plot and ZD plot. Therefore, there was great efficiency of land use by intercropping in the combination of Japanese yam and maize. Evaluation of land use by calorie produced from harvests was higher in intercropping plots than in monoculture plot, but no difference could be seen between the intercropping plots.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (49) : 19-25, 1984.

* 現在, 石川県農業改良普及所

要 約

集約栽培技術としての間作をとりあげ、組合せ作物の生育及び収量比較と、収穫物の熱量測定により、間作による耕地利用効率の評価を試みた。実験は1980年に本学農学部附属農場（各務原市，那加）においてヤマノイモ（イセイモ），トウモロコシ（ゴールデンクロスバンタム・グレートベル），インゲンマメ（ツルアリ尺五寸菜豆）を供試して行われた。結果は以下のとおりであった。

ヤマノイモの草高は各区分（ヤマノイモ単作区-D区，ヤマノイモ・トウモロコシ間作区-ZD区，ヤマノイモ・トウモロコシ・インゲンマメ間作区-ZPD区）に有意差はなかったが，ZPD区>ZD区>D区の順に高い傾向がみられた。トウモロコシも区分（ZD区，ZPD区）で有意差はなかった。

群落内相対照度は6月27日（トウモロコシ絹糸抽出期）段階では殆んど区間差はみられなかった。8月8日（トウモロコシ完熟期，インゲンマメ開花盛期）段階では草高1m以下の相対照度がD区に較べてZPD区とZD区で著しく低下した。この傾向は前者で著しかった。

ヤマノイモの10a当たり収量はD区で最も高く，ZPD区で最も低かった。両区間で有意差がみられたが，D区とZD区の間には差はなかった。このことから，ZD区ではトウモロコシを栽培した分だけ土地生産性が高まったことになり，耕地利用効率が高まったといえる。トウモロコシ収量はZPD区でZD区より低い傾向がみられるものの，統計的な有意差はなかった。

収穫物の熱量表示による面積当たり熱量生産比較でも間作区の方が単作区より大きかったが，ZD区とZPD区の間には差はなかった。

なお，トウモロコシについては乾物1g当たり熱量と百粒重との間に正相関が認められたことから，小粒であるほど熱量は少ないといえる。

結 言

間作は耕地の高度利用，経営的危険分散，雑草防除等を図った集約的栽植技術^{1,2)}であり，2種類の作物を同一耕地で規則的に栽植配列する形態が多い。しかし岐阜県大野郡高根村日和田地区ではトウモロコシ，マメ類（ダイズ，アズキ），野菜類（ダイコン，ニンジン，カブラ）の3種類の間作が慣行的になされている。この間作は平面的と時系列的の両面の組合せからなっており，同時に草型からみて効率的な空間の垂直分布をなしている。この点から，本栽植形態は極めて集約的かつ合理性の高い技術といえる。

本報ではこのような組合せ作物種数に注目し，2種類と3種類を組合せた場合の生育，収量と耕地利用効率の関係について解析することを目的とした。具体的にはヤマノイモと支柱作物としてのトウモロコシの組合せと，さらにつる性インゲンマメを加えた組合せをとりあげた。

なお，耕地利用効率についての比較は収穫物の熱量換算によってもなされた。

本実験は1980年に本学農学部附属農場（各務原市，那加）において行われた。

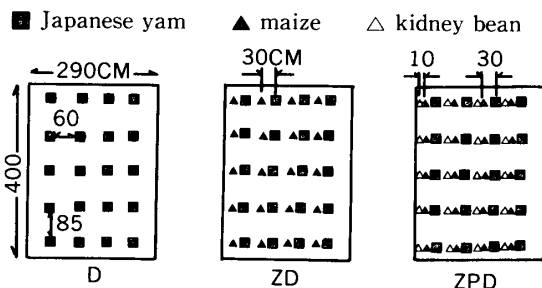


Fig. 1. Planting methods in the experimental plots.

Note : D (Japanese yam), ZD (maize x Japanese yam), ZPD (maize x kidney bean x Japanese yam)

材料及び方法

品種としてトウモロコシはゴールデンクロスバンタム・グレートベル，つる性インゲンマメはツルアリ尺五寸菜豆，ヤマノイモはイセイモを用いた。実験区は1区面積12m²で，ヤマノイモ単作区(D区)，トウモロコシ・ヤマノイモ間作区（ZD区），トウモロコシ・インゲンマメ・ヤマノイモ間作区（ZPD区）の3区を3反復乱塊法によって配置した。栽培の概要は以下のとおりであった。栽植密度は各栽植区ともヤマノイモ栽培を基準とし，株間60cm，畦間85cm（東西畦）とした。間作区におけるトウモロコシとインゲンマメの播種位置はZD区ではトウモロコシをヤマノイモの株元

西側30cmの位置，ZPD区ではインゲンマメをトウモロコシの株元西側10cmの位置に播種した（第1図）。播種日及び植付け日はトウモロコシとヤマノイモが5月1日，インゲンマメが6月18日であった。ヤマノイモは1個体植，トウモロコシは3粒播，インゲンマメは4粒播とし，最終的にはいずれも1本立てとした。ヤマノイモ単作区（D区）の支柱には現地（三重県多気郡多気町）の栽培法に準じて60cmの樹脂製支柱を用いた。施肥量は5月10日に基肥として成分量で窒素，リン酸，加里をそれぞれ5 kg/10 aとし，硫酸，過リン酸石灰，塩化加里を用いて施用し，さらに追肥として6月14日に窒素5 kg/10 aを硫酸で施与した。収穫日はトウモロコシが8月9日，インゲンマメが9月28日と29日，ヤマノイモが10月18日であった。

群落内相対照度と収量を中心に調査し，収穫物について熱量を測定した。群落内相対照度の測定は6月27日（トウモロコシ絹糸抽出期）及び8月8日（トウモロコシ完熟期，インゲンマメ開花盛期）に東芝光電池照度計 sp-71を用いてなされた。測定は株間と畦間で20cm毎の垂直照度を3反復で行った。収量調査はヤマノイモについてはイモ重を測定し，イモの大きさとして長径（長さ），短径（幅）及び厚さをノギスで測定した。トウモロコシについては株当たり子実重，全粒数，一穂当たり粒列数，一列粒数，百粒重，インゲンマメについては株当たり子実重，一株全英数，全粒数，百粒重を調査した。なお，乾物重（風乾重）はいずれも天日乾燥後測定された。

熱量測定は以下の方法で行った。トウモロコシとインゲンマメは天日乾燥後，室内貯蔵したものの中から大粒，中粒，小粒のものを試料とした。ヤマノイモも同様に50 g，80 g，200 g 付近のイモ重のものを測定個体とした。また，各試料の生体重含水率の違いによる熱量の差異も併わせて検討した。これらの熱量測定は島津燃研式自動ボンブ熱量計 CA-3 を用いて行われた。

結果及び考察

生育比較としての草高については各区間で有意差は認められなかったものの，トウモロコシを支柱とした場合（ZPD区，ZD区）の方が単作区（D区）の60cm支柱の場合より高く，ZPD区>ZD区>D区という傾向があった（第2図）。これにはトウモロコシやインゲンマメ茎葉による遮光の影響も加ったと思われる。

群落内相対照度：6月27日と8月8日の群落内相対照度の垂直分布を第3図に示した。図より光透過率は6月27日（トウモロコシ絹糸抽出期）段階では明らかにD区よりもZD区，ZPD区で減少している。この時期はインゲンマメが生育初期の初生葉展開期であったためZD区，ZPD区間に差はみられない。間作区はいずれの区もトウモロコシの下層部にヤマノイモとインゲンマメが位置するため，これらの光分布はトウモロコシの生育状況に大きく影響されているといえる。このような生育の速い作物の光遮蔽による後作物への影響は大きく，川原³⁾の指摘とも一致する。8月8日段階でも単作区は間作区よりも光透過率が大きい，6月27日の場合よりも下層部の照度が低下している。これはヤマノイモの茎葉の繁茂によるものである。他方，間作区間でも下層部でZPD区の方がZD区より照度が低い。この時間のトウモロコシは収穫直前で茎葉の枯れ上がりが進行しているため，むしろインゲンマメ茎葉の繁茂がZPD区で低照度の原因となっている。ZD区の上層部の照度が6月27日段階に較べて高いのはトウモロコシ葉の枯れ上がりによる。従って全区間でD区の光条件が最も良好であったといえる。

収量：ヤマノイモの収量と大きさを第1表に示した。D区とZPD区の間で有意差が認められ，後者でイモの小さかつ

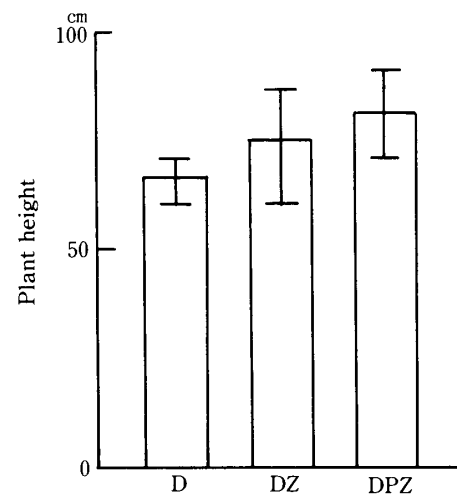


Fig. 2. Plant height at developing growth stage (July 16th) of Japanese yam.

D : monoculture (Japanese yam)

DZ : intercropping culture (Japanese yam × maize)

DPZ : intercropping culture (Japanese yam × kidney bean × maize)

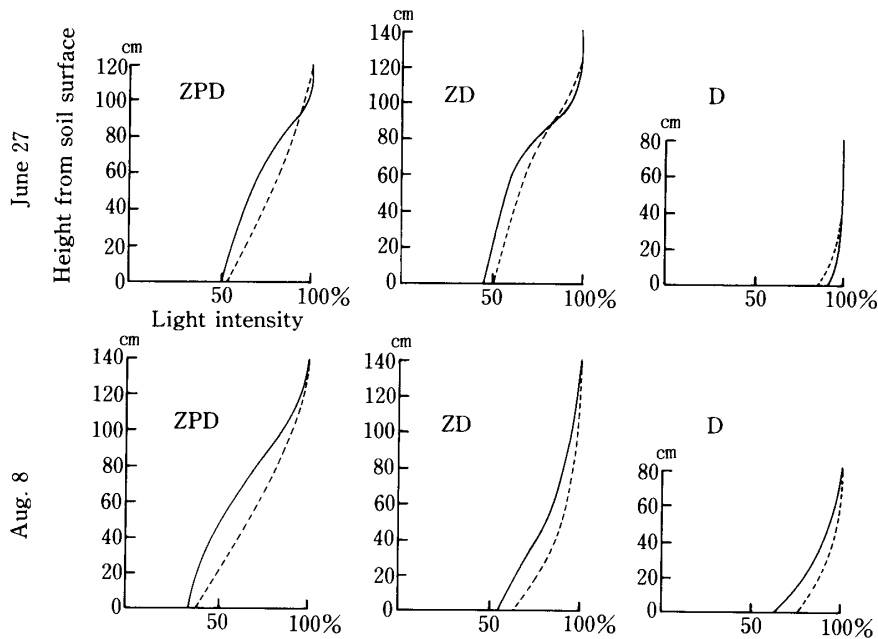


Fig. 3. Relative light intensity at different growth stages of maize among the plots.
 — hill-space - - - - row-space

Table 1. Yield and tuber size of Japanese yam

plot	tubers weight (g)	size (cm)		
		length	width	thickness
Z P D	107.4 b	7.5	6.0	4.6
Z D	121.6 a b	8.0	6.3	6.5
D	133.3 a	8.6	6.5	4.8

The same small letters of the alphabet show non-significant difference between the plots at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

たことがわかる。この原因として Z P D 区で光条件の悪かったことがあげられる。すなわち、地上部茎葉の生育とイモの肥大化の著しい時期（8月8日）では D 区の照度が地表部で 65% であったのに対し、Z P D 区では地表部から 20cm の高さですでに 50% 以下であった（第 3 図）。本供試材料であるヤマノイモ（イセイイモ）の産地三重県多気郡多気町では、イセイイモを別名「照り草」と呼び、多照条件においてイモの肥大がよいとされており、この点は本実験結果とも符合する。

他方、D 区と Z D 区との間にはイモ収量に差はなかった。このことは Z D 区においてトウモロコシを栽培した分だけ収穫量が多かったといえる。

トウモロコシの収量は統計的には Z D 区と Z P D 区との間に有意差は認められなかった（第 2 表）が、Z P D 区で減収の傾向がみられた。これは同区の百粒重が小さかったことが影響している（第 4 図）。

インゲンマメの収量も収量構成要素からみると百粒重と全粒数に大きく影響されている（第 5 図）。トウモロコシとインゲンマメの収量は単作区が設定されていないので、一般的な比較はできないが、同じ品種を用いて間作実験を行った先の報告⁴⁾との対比から、インゲンマメの場合、今回の株当たり収量は極めて低いといえる。

以上の結果をまとめて第 6 図に示した。すなわち、ヤマノイモを主体に間作を行った場合、Z D 区ではイモの品質（形状）を損なわず、収量も低下せずトウモロコシ収穫分の増収が見込まれる。しかし、Z P D 区ではイモ収量は減少し、形状が小玉となったため品質も低下している。それゆえ、間作形態としては

Table 2. Yield and yield components of maize and kidney bean

	maize		kidney bean	
	ZPD	ZD	ZPD	ZPD
Seeds wt./hill	99.7 g	122.4 g	Seeds wt./hill	26.5 g
No. rows/hill	13.6	13.3	Total no. pods/hill	29.5
No. seeds/row	35.8	33.9	Rate of perfect pods	53.6%
Total no. seeds/hill	484.1	531.4	Total no. seeds/hill	110.2
100 seeds wt.	20.6 g	22.9 g	Rate of perfect seeds	62.0%
			100 seeds wt.	22.3 g

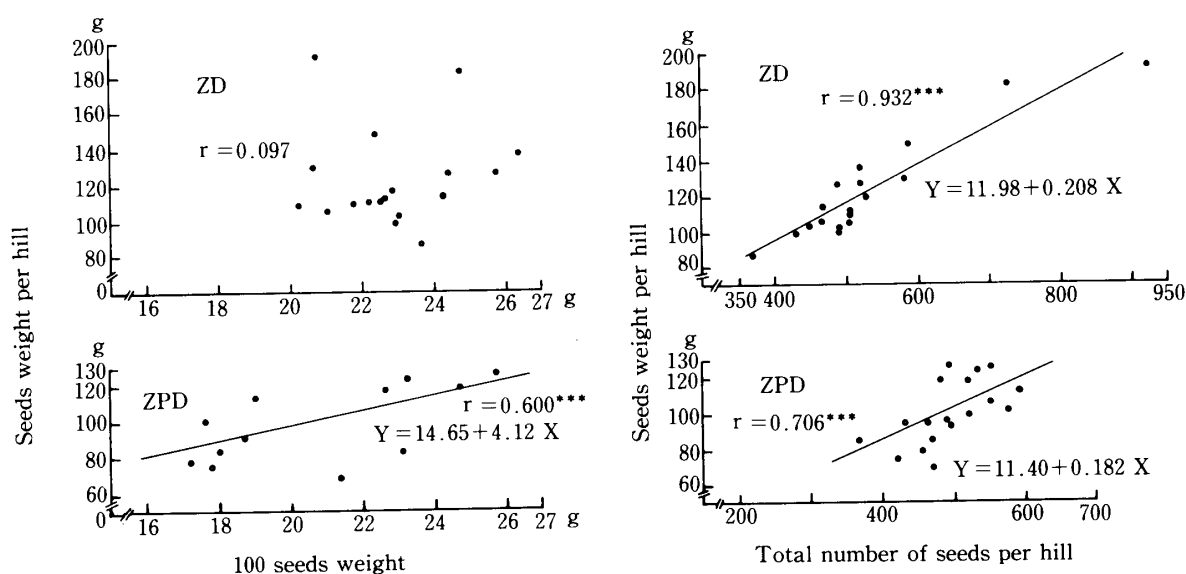


Fig. 4. Relation between yields and 100 seeds weight, and between yields and total number of seeds per hill (maize).

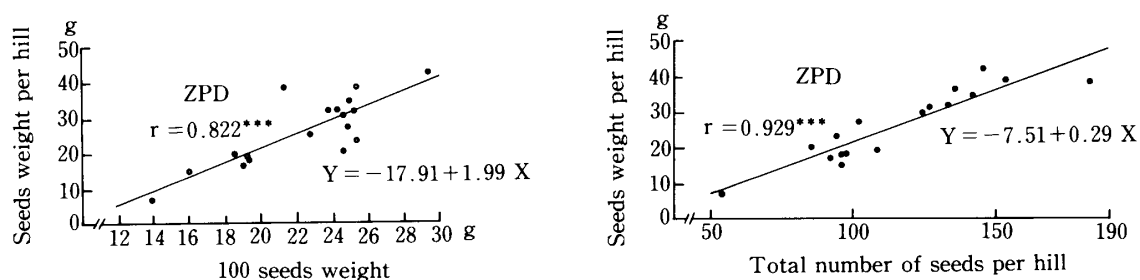


Fig. 5. Relation between yields and 100 seeds weight, and between yield and total number of seeds per hill (kidney bean).

ZD区の方がZPD区より好しいと考えられる。

収穫物の熱量比較：間作において異なる作物の組合せ効果を同一レベルで比較し、耕地の利用効率として評価する方法にLER法^{5,6)}があるが、この方法では単作区の設定が必要である。本実験ではトウモロコシとインゲンマメの単作区を設定していないことから、ここでは収穫物を人間の活動の基礎単位である熱量に換算して比較する方法を試みた。第3表に平均的なイモ重と子実重についての作物毎の乾物1g当たり熱量を掲げた。結果は作物毎の区間差がないことを示している。しかしこれら試料について、水分含量(生体重当たり%)とイモ重及び子実重の大小について熱量の差異をみると、ヤマノイモではイモの水分含量

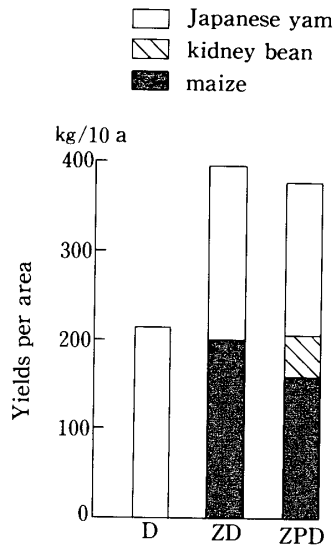


Fig. 6. Comparison of yields per area among the plots.

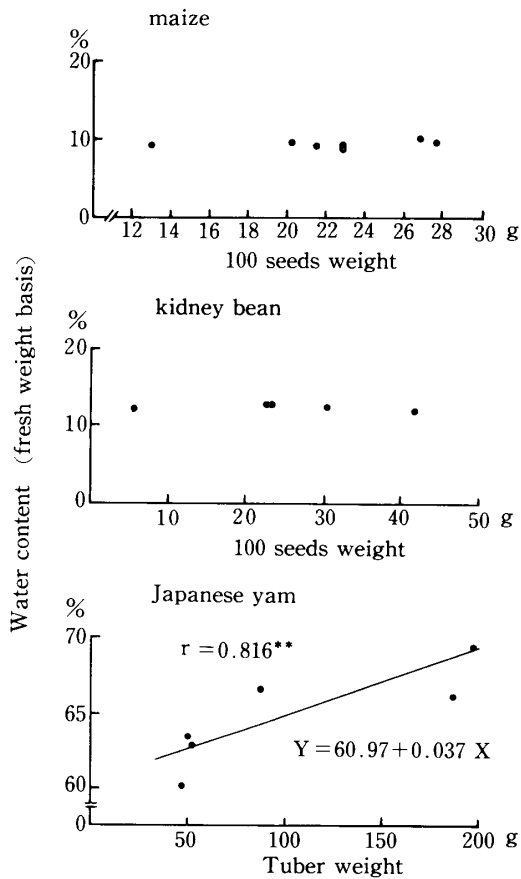


Fig. 7. Relations between water content of seed and 100 seeds weight, and between water content of tuber and tuber weight.

Table 3. Calorie per dry matter weight among plots (cal/g)

plot	maize	kidney bean	Japanese yam
Z P D	4812	4497	3871
Z D	4784	—	3856
D	—	—	3867

Table 4. Calorie per area among plots ($\times 10^6$ cal/10a)

plot	maize	kidney bean	Japanese yam	total
Z P D	678.7	174.8	233.7	1087.2 a
Z D	836.4	—	262.1	1098.5 a
D	—	—	282.4	282.4 b

The same small letters of the alphabet show non-significant difference between the plots at 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

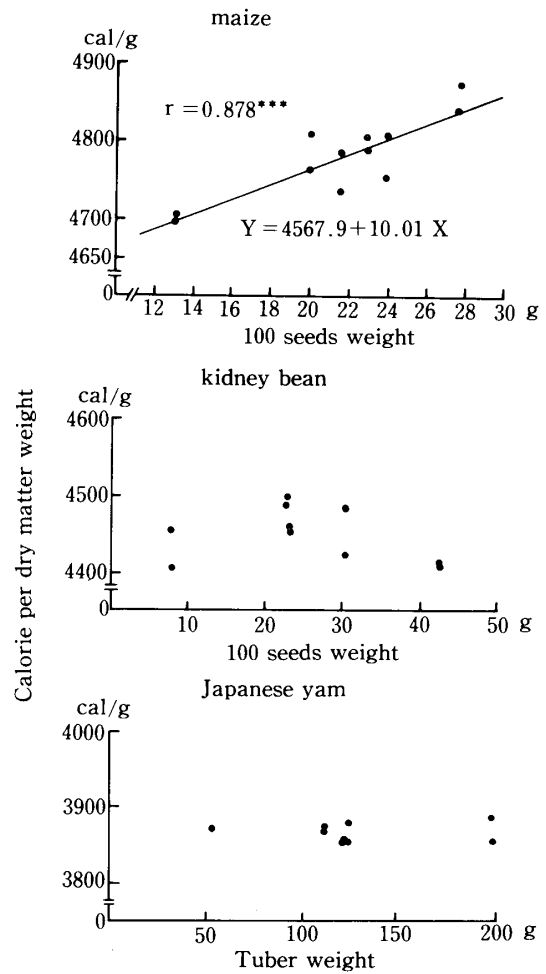


Fig. 8. Relations between calorie and 100 seeds weight, and between calorie and tubers weight.

とイモ重との間に $r = 0.816^{**}$ の高い正相関がみられた（第7図）。このことはイモが大きいほど水分含量が大きいことを示している。他方、トウモロコシとインゲンマメでは水分含量は種子の大小に関係なくほぼ一定である。イモ重及び子実重の大小と熱量との間にはインゲンマメとヤマイモで一定の関係はなかったものの、トウモロコシでは $r = 0.878^{***}$ の高い正相関があった（第8図）。換言すれば、トウモロコシの場合、収量の大小は熱量にも直接的に影響することから、熱量評価でみると単純収量よりもさらに増減程度が大きくなる可能性がある。そこで、これらの水分含量及び子実重の大小を考慮した10 a 当たり熱量を回帰式を用いて計算し第4表に示した。明らかに合計収量は単作区より間作区の方が高い値を示し、統計的にも有意な差が認められた。しかし、間作区間では差はなかった。なお、トウモロコシに関しては、収量的には間作区間で有意差はなかった（第2表）が、熱量換算ではZD区 > ZPD区の差がみられた。評価基準を何でみるかによって結果の意味が異なる点は注目すべきであろう。

以上より、単純収量と熱量換算による単作と間作の比較から、間作により耕地利用効率が向上したといえる。同時に間作作物種数の違いによっても作物生産に対する評価が異なってくることも今後、合理的な間作形態を検討してゆく上で重要であることが示唆された。

謝 辞

本研究の遂行とまとめに当たり懇篤な御助言を頂いた本学安江多輔教授に対し厚く御礼申し上げます。なお、本研究は昭和55年度科学研究費、一般（C）No.556008の補助金によって行われた。記して謝辞を表したい。

引用文献

- 1) 川野重任：開発途上国の多毛作，のびゆく農業．445：1-32，1974.
- 2) Willem C. B. : Multiple Cropping and Tropical Farming System. Gower Publishing Company, England. 1-26, 1982.
- 3) 川原治之助：野口弥吉監修，農学大事典，東京：養賢堂1455-1456，1977.
- 4) 堀内孝次・林 広志・安江多輔：トウモロコシとインゲンマメの間作における栽植密度及びインゲンマメの草型と生育・収量との関係．日作紀49（別号1）：41-42，1980.
- 5) IRRI : Multiple Cropping. *IRRI Annual Report for 1973*. Los Baños, Philippines : 15-34, 1974.
- 6) Willey, R. W. : Intercropping-Its Importance and Research Needs. Part 2. Agronomy and Research Approaches. *Field Crop Abst.* 32 : 73-85, 1979.