

有機農業の技術的基礎

2004年10月23日
於 オイスカ
西尾道徳

農業技術が未発達の時時代、特に多雨・高温地域では、雑草や病害虫の多発によって、農業が非常に難しかった。

- ・ 古代文明は小雨量地域で展開した。
- ・ 小雨量が有害生物の生育を抑制し、灌漑が作物の生育を促進した。

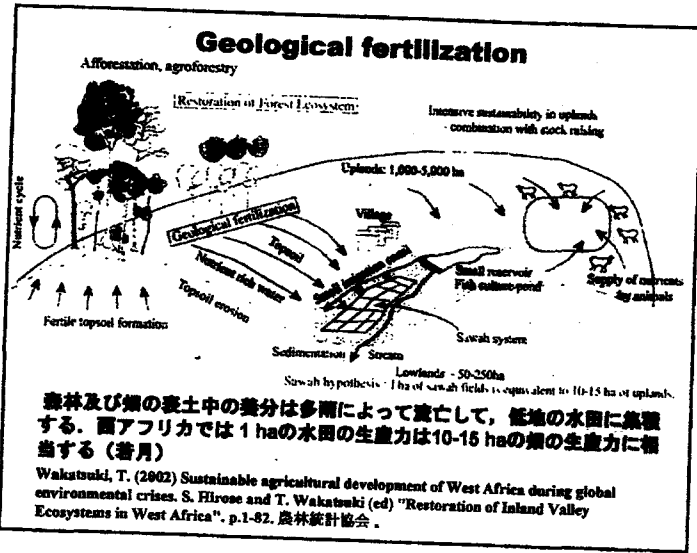


(1997)
289p.
(農文協)



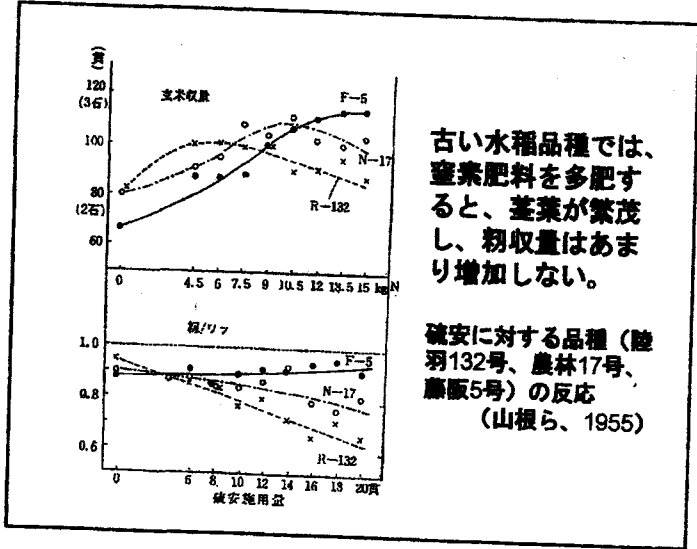
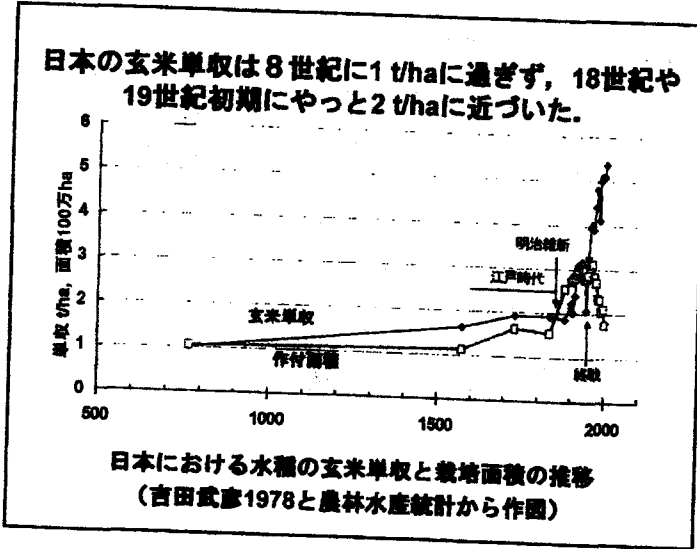
農業技術が未発達の時時代、多雨・高温地域では、養分も畑作物生産を強く制限していた。

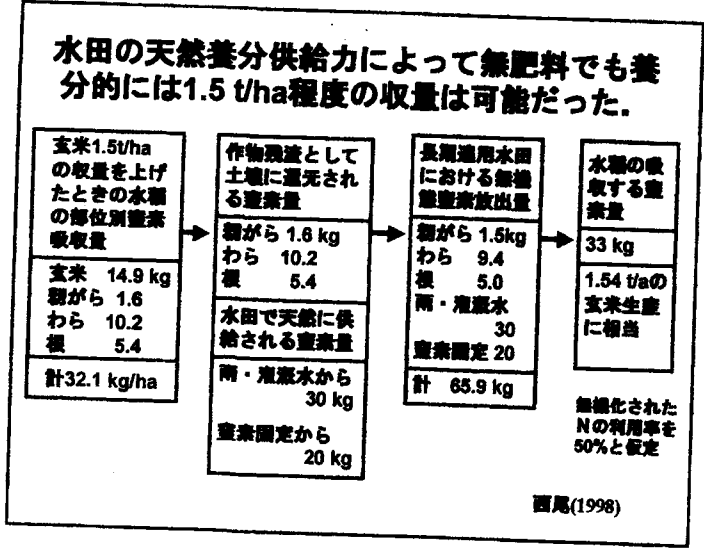
畑では、高温によって土壌有機物の分解が加速され、多雨によって土壌の無機養分が溶脱された。他方、多雨・高温地域の水田では灌漑水と生物的窒素固定によって天然養分が補給された。



これらの事実から、多雨・高温地域では、化学肥料や化学農業を使用しないと、特に畑作物生産は、再び大変難しいものとなる。

従って、多雨・高温地域で有機農業を行うには、他の地域でよりも、科学に立脚した適切な技術を使用することが必要である。





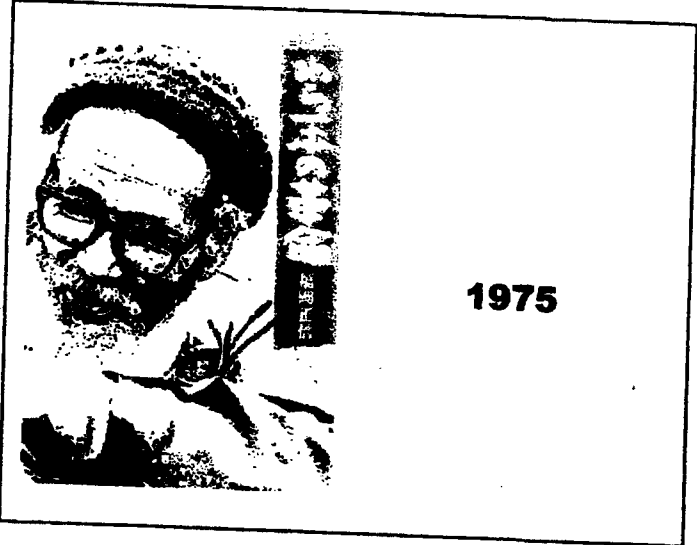
**水田を支えるために、数倍の面積の林が必要だった
堆肥材料供給の場として必要な林地面積（試算）**

	リター 乾物 t/ha・年 ¹⁾	リター中 のN kg/ha・年 ¹⁾	堆肥化後 のN残量 kg/ha・年 ²⁾	50kg/haの無機態 Nを放出させる のに必要な林地 面積ha ³⁾
温帯常緑 針葉樹林	4.6±1.4	33±13	23	5.4
温帯落葉 広葉樹林	4.1±1.0	45±17	32	3.9

¹⁾ 概(1987)より
²⁾ 堆肥化過程でNが30%ロスされると仮定。
³⁾ 堆肥からの無機態N放出率を40%と仮定。
 N利用率を50%とすると、50 kg/haのN供給増で水田が1.2t/ha増収。

日本の農業者が広大な水田を所有しているなら、玄米2 t/ha (籾重で2.5 t/ha) と冬作物を組み合わせて、必要な農業所得を確保できよう。しかし、平均2.1 haの農地しか所有していない日本の農業者にとって、玄米2 t/haは生活するのに低すぎる。

農業システムの目標とする単収や所得は国や地域の社会・経済的条件によって異なり、必要な技術は目標とする単収や所得によって異なってくる。



自然農法は科学的妥当性を持っているか

福岡正信の自然農法の四大原則

- 1) 不耕起（無耕耘あるいは無中耕）
- 2) 無肥料
- 3) 無農薬
- 4) 無除草

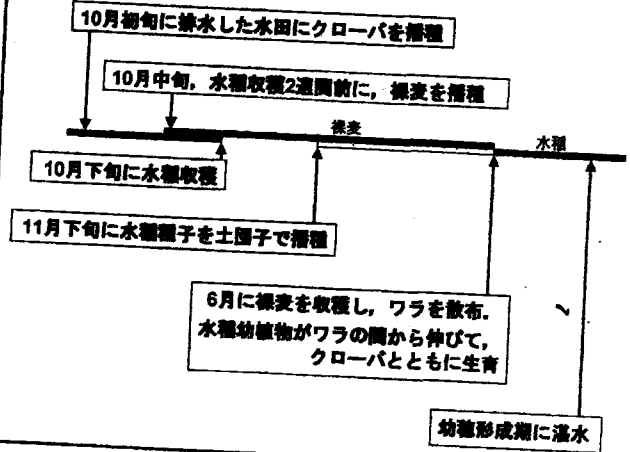
収量は玄米5.85-12.09と裸麦5.89-6.5 t/ha.
養分収支は成立しているのか？

福岡は養分源を、水稲と裸麦のワラ、クローバ及び3-6 t/haの鶏ふんとしている。

N収支を計算すると、高レベルの水稲と裸麦の収量を支えるのに十分な養分が供給されていると、証明できなかった。

著書「自然農法」には、福岡正信が800 kg/haのカルシウムシアナミド (176 kg N/ha)を裸麦に施用したこと、及び雑草防除やクローバ養潤のためにDCPA (propanil)またはシアン化ナトリウムを使用したことが記載されている。

福岡正信の作付体系



福岡正信「自然農法」(時事通信社)(1976)

第40回 米玄米と雑穀、水稲成熟期20×15cm

本書は、福岡正信氏の「自然農法」の理論と実践を詳しく解説している。本書は、自然農法の理論と実践を詳しく解説している。本書は、自然農法の理論と実践を詳しく解説している。

本書は、福岡正信氏の「自然農法」の理論と実践を詳しく解説している。本書は、自然農法の理論と実践を詳しく解説している。本書は、自然農法の理論と実践を詳しく解説している。

福岡正信は作付体系を確立する過程で様々な試みを行ったのであろう。

何年も経過して、土壌のワラ分解能が高まり、雑草の種構成も単純化した後、最終的に化学肥料や化学農薬を使用しなくなったと推定される。

福岡正信 除草とクローバの枯草

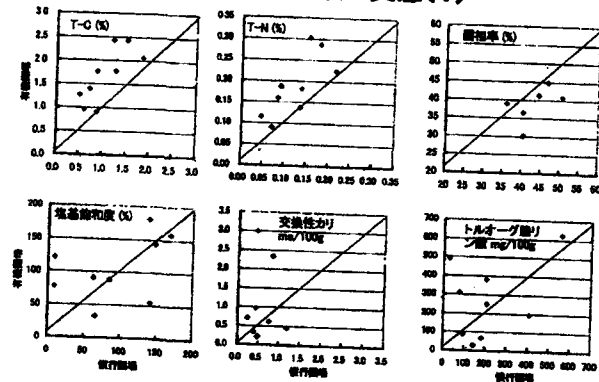
要するに防除剤は多量を用いると被害があり、標準量では雑草対策が不完全になる。防除剤はその効果が不完全なときは灌水し、中耕除草機をもって除草せざるをえなくなる。その結果は移植と労力、生育共に類似して直播本来の特徴が発揮できない。以上の結果からクローバ草生にし、やむをえないときのみにCPAを使用するようにさせた。

麦刈り取りと同様にクローバも葉柄から上が刈り取られる。その跡に不耕起のままでは水稲を播く訳であるが、この時除草剤でクローバを一時枯死に近い状態にしておかないと、クローバの再生が激しくて稲の苗が圧倒される。この時のクローバ枯草剤としては殺菌剤かシアン酸ナトリウム三キログラム(二〇アル当たり)が最も効果的である。雑草の根

日本の有機農業者の多くは、購入した有機買肥料や堆肥、非化学農薬の有害生物防除法を用いて、集約的な作物生産を行っている。

集約的な有機野菜生産は養分の過剰集積を起している。

有機栽培土壌の実態(1)



愛知県における有機及び慣行栽培土壌の化学的性質の比較 (池・加藤 1996から作図)

有機栽培土壌の実態 2

有機栽培の野菜転換畑ビニールハウス土壌 (0~15cm)
(京都府北桑田郡美山町) の分析値 1 (欄ら 2002)

圃場	T-C %	T-N %	pH (H ₂ O)	EC (1:5) mS/cm	トルオー グリン酸 mg P ₂ O ₅ /100g
A	8.8	0.83	7.1	0.89	695
B	4.2	0.36	7.3	0.31	286
C	3.1	0.36	6.9	1.23	101
D	5.1	0.44	7.1	0.74	114
E	2.1	0.21	6.8	0.34	43
診断基準値			6.0-6.5	0.3-0.8	40-80

有機栽培の野菜転換畑ビニールハウス土壌 (0~15cm)
(京都府北桑田郡美山町) の分析値 2 (欄ら 2002)

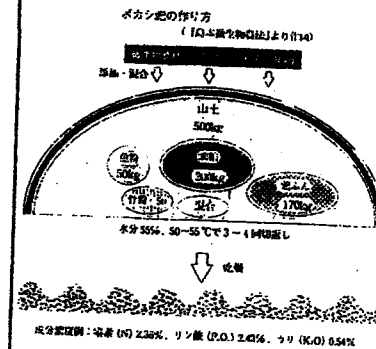
圃場	CEC mcq/100g	塩基飽 和度%	交換性陽イオン mg/100g			MgO /K ₂ O
			K ₂ O	CaO	MgO	
A	28.9	144	273	783	284	0.7
B	16.4	110	141	295	85	0.6
C	18.9	126	47	459	116	2.5
D	18.9	120	73	445	92	1.3
E	12.6	96	21	267	39	1.9
診断基準値	>15	80	15-50	250-320	50-75	1.1-2.9

圃場Aにおける養分収支の試算値 (欄ら 2002を再計算)

	投入 量 t	全成 分 kg	化肥相 当量 kg	化肥 相当 計 kg	吸収量 kg	
					内訳	計
/ha・年						
N	発酵牛ふん 8×5	640	192	1,278	コマツナ4作 333	378
	ボカシ堆肥 4×5	760	456		キュウリ1/4作 22	
	発酵鶏ふん 3×5	900	630		トマト1/4作 23	
P ₂ O ₅	発酵牛ふん 8×5	440	264	1,631	コマツナ4作 101	125
	ボカシ堆肥 4×5	1,200	600		キュウリ1/4作 14	
	発酵鶏ふん 3×5	1,096	767		トマト1/4作 10	
K ₂ O	発酵牛ふん 8×5	1,200	1,080	2,106	コマツナ4作 405	509
	ボカシ堆肥 4×5	420	378		キュウリ1/4作 50	
	発酵鶏ふん 3×5	720	648		トマト1/4作 54	

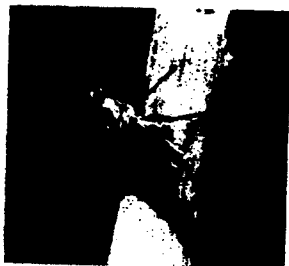
発酵牛ふんは美山町で使用されている牛ふん堆肥に置き換えて計算した。

ボカシ肥



- 有機質肥料の直接施用でタネバイや野ネズミの害があるが、好氣的に短期間分解させて、害をなくす。
- 分解で生ずるアンモニウムを山土などのCECの高い資材に吸着させる。
- 山土混合で肥料成分濃度が低く、肥焼けが生じない。
- 化学肥料に比べて緩効的で、節水栽培でも土壌水の塩類濃度を一気に上昇させない。

タネバエ (*Hylemya platura*)



成虫

(農文協：病害虫・雑草の診断と防除から)



幼虫と蛹

(農文協：病害虫・雑草の診断と防除から)

CODEXの有機農業ガイドライン

『有機農業は、生物多様性、生物学的循環や土壌の生物活性を含む農業生態系の健全性を促進かつ向上させるトータルな生産管理システムである。有機農業では、地域の条件には地域に適合したシステムが必要であることを考慮し、農場外で作られた投入物よりも、トータルな管理方法を使用することを強調する。システム内の機能を満たすために、可能な限り、資材を使用せずに、栽培的、生物学的及び機械的方法を使用して、有機農業を達成する。』

これは、化学肥料や化学農薬などを多用した集約農業の結果、先進国では食料生産が確保された反面、環境汚染や食品の安全性が脅かされたことを反省し、自然に存在しないもの（化学肥料、化学農薬、遺伝子組換え作物など）をできるだけ使わず、環境にやさしく、安全性の不安の少ない、長期に持続できる農業を行うべきだという、ライフスタイルの変換が大切だとする考え。

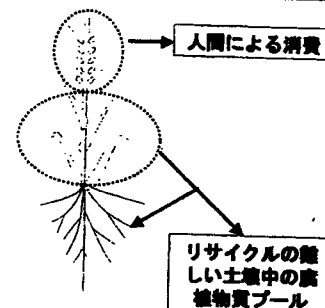
CODEXの有機農業ガイドライン (オーガニックに生産した食品の生産、加工、表示及び流通のためのガイドライン)

『有機農業は環境にやさしい農業方法の一つである。有機生産システムは、社会的、生態的及び経済的に持続可能な最良農業システムを達成することを旨とした、特定の明確な生産基準に基づくものである。』

水稲以外の作物を、外部からの養分補給なしに、圃場内の養分フローだけに依存して生産するのは、決して持続可能でない。

そうした作物生産を継続すると、作物の吸収した養分の多くは人間による消費のために系外に搬出され、系内の養分も次第に土壌中のリサイクルの難しい腐植物質のプールに蓄積されるので、作物の利用できる養分が減少する。

従って、有機農業では圃場外で生産された有機物を補給しなければならない。



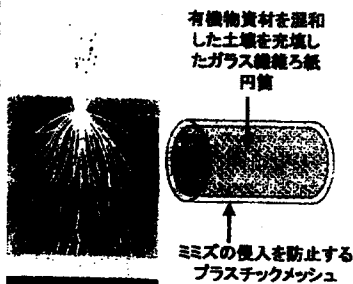
有機物を土壌に施用すれば、土壌生物の活性と多様性が高まる。しかし、環境汚染を起こさず、土壌肥沃度を長期的に維持することは難しい。

多くの消費者は、化学肥料は有害で、有機物は安全であると、誤解している。

過ぎたるは、なお及ばざるが如し（孔子）

有機農業では土壌中の養分レベルをコントロールする上で、有機物からの無機態Nの放出予測が定説である。

水田で同一組成の有機物資材を毎年連用した場合なら、有機物資材からの無機態N放出量の予測が可能



- 有機物資材をT-Cで土壌重量の5%湿和した土壌をガラス繊維ろ紙の円筒に入れて、水田土壌に埋設する。5年間にわたり円筒内土壌のT-NとT-Cを毎年分析する。

- 土壌中のT-NとT-Cの残存量を分解予測式に当てはめて、分解予測式のパラメータを求める。

(農林水産技術会議事務局(1985)から作図)

有機物資材中のKの大部分は直ぐに無機態で放出されるが、NとPの無機化は資材によって様々であり、有機物資材の施用による土壌中のNとPレベルのコントロールは難しい。

家畜ふん堆肥等の3要素別肥効率

	畜							有機質肥料
	牛ふん、乾燥牛ふん、牛ふん堆肥	牛ふん、おが屑堆肥	豚ふん、乾燥豚ふん	豚ふん堆肥	豚ふん、おが屑堆肥	乾燥鶏ふん	鶏ふん、おが屑堆肥	
N	30	15	70	50	35	70	35	60-70
P ₂ O ₅	60	30	70	60	35	70	35	30-70
K ₂ O	90	90	90	90	90	90	90	90

青島(1983)、湯村(1983)及び松崎(1985)から作表

家畜ふん堆肥の肥効率の目安—鳥ボク土壌地野産対象—(千歳農, 2002)
(窒素肥効率は資材の有無にかかわらず、乾物当たり窒素含有率で区別する)

	堆肥の全窒素含有率 (%)		堆肥の肥効率 (%)		
	乾物当たり	(製物当たり)	窒素	リン酸	カリウム
鶏ふん堆肥	0~2	(0~1.6)	20	80	90
	2~4	(1.6~3.2)	50	80	90
	4以上	(3.2以上)	60	80	90
豚ふん・牛ふん堆肥	0~2	(0~1)	10	80	90
	2~4	(1~2)	30	80	90
	4以上	(2以上)	40	80	90

土壌中における有機物資材の分解予測式

蓄積率 Y_t

$$= a \times 0.01 \times \frac{1-0.01^t}{1-0.01} + c \times 0.63 \times \frac{1-0.63^t}{1-0.63} + f \times 0.955 \times \frac{1-0.955^t}{1-0.955}$$

放出率 = 1 - Y_t t = 適用年数

a + c + f = 1

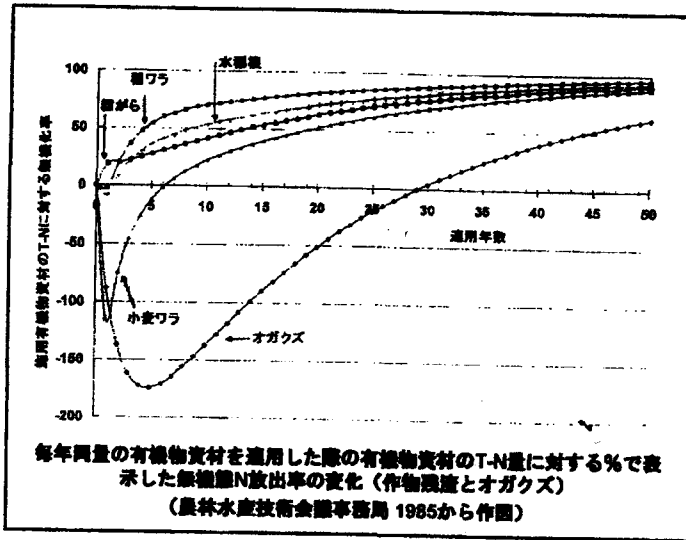
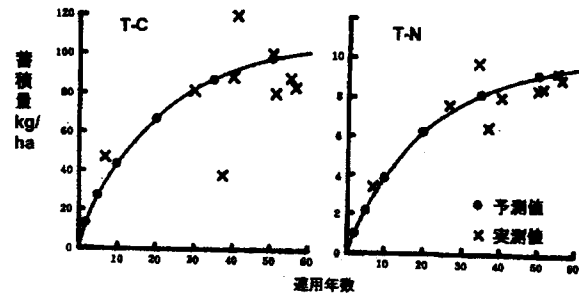
a, c, f = 適用した有機物資材中の分解速度の異なる画分の割合

分解予測式のパラメータ (農林水産技術会議事務局, 1985)

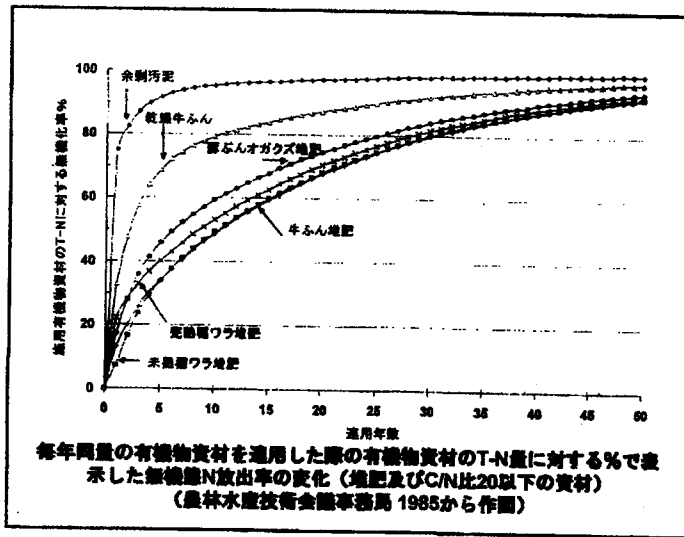
	C			N		
	a	c	f	a	c	f
中熟型ワラ堆肥	0.10	0.40	0.49	0.03	0.18	0.79
余割汚泥	0.54	0.41	0.05	0.65	0.28	0.07
オガクズ	0.17	0.85	0.32	-0.03	-2.77	3.80

分解予測式から推定したCとN量は、50年間以上堆肥を適用した水田土壌のC及びN含量と良く一致した。

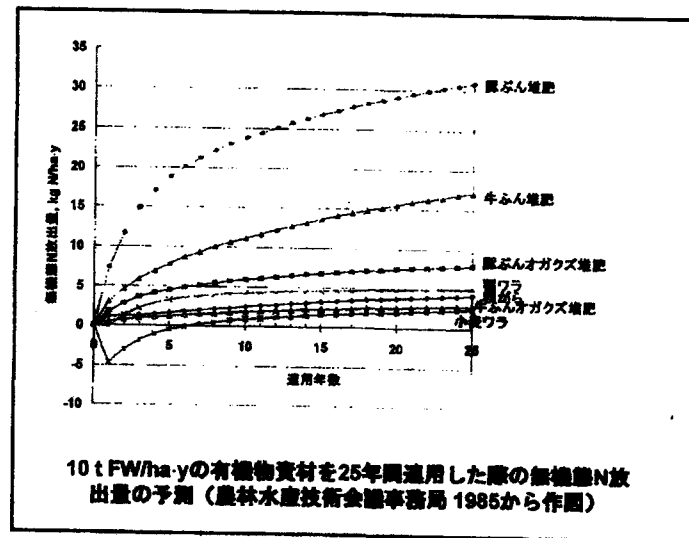
埼玉県の新ワラ堆肥を50年間以上適用した水田における土壌中のC及びN含量の実測値と予測値の関係 (志賀ら, 1985)



毎年同量の有機物資材を適用した際の有機物資材のT-N量に対する%で表示した無機態N放出率の変化 (作物残渣とオガクズ)
(農林水産技術会議事務局 1985から作図)



毎年同量の有機物資材を適用した際の有機物資材のT-N量に対する%で表示した無機態N放出率の変化 (堆肥及びC/N比20以下の資材)
(農林水産技術会議事務局 1985から作図)

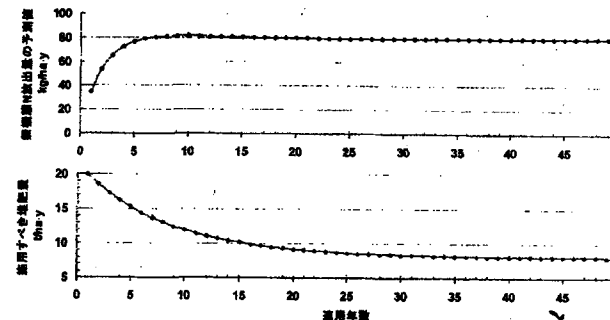


10 t FW/ha-yの有機物資材を25年間適用した際の無機態N放出量の予測 (農林水産技術会議事務局 1985から作図)

分解予測式の結果から、有機農業での失敗のいくつかが説明できる。

1. 圃場内作物残渣のみを使用する自然農法
毎年10 t/haの稲ワラ又は小麦ワラを適用したとしても、適用25年目でも無機態N放出量はそれぞれ5.1又は2.5 kg/haに過ぎない。
この程度の無機態N放出量では収量レベルは低くならざるをえない。
2. 集約的有機農業
最初の数年間は無機化率が低いため、農業者は比較的多量の有機物資材を投入する。農業者が毎年同量の有機物資材を適用し続けると、無機態N放出量が年々増加し、直ぐに必要なレベルを超えて過剰になりやすい。

有機物資材からの無機態N放出量を望ましいレベルに維持することは可能である。



豚ふんオガクズ堆肥(T-N 1%)からの無機態N放出量を80 kg/ha-yに維持する年間施用量の例 (西尾 未発表)

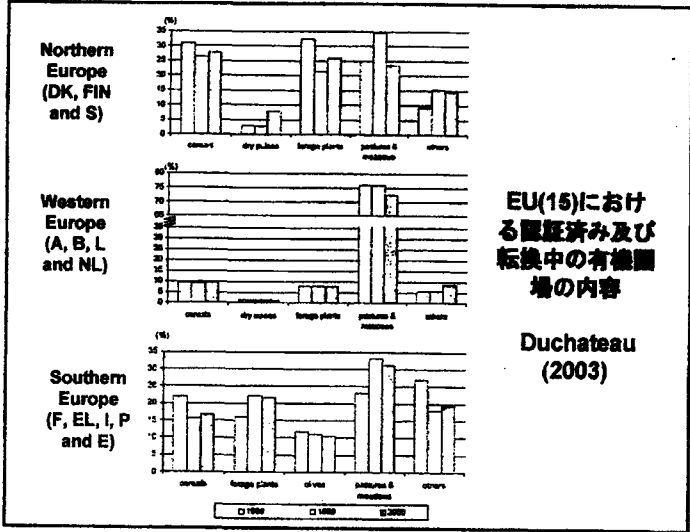
有機農業では生産システムのトータルな管理が必要である。

集約的な慣行農法から転換した有機の野菜生産者には、連作を続けているケースが多い。They その場合、購入有機質肥料・堆肥を使用し、太陽熱消毒・蒸気や拮抗微生物の生物農薬によって、土壌伝染性病原菌やセンチュウを防除している。

これは有機農業だろうか？これは有機農産物の生産基準に違反していない点で有機農業である。しかし、コーデックス委員会のガイドラインに照らせば、ローカルな農業システムにおける再生可能資源を循環利用してなく、土壌の健全性を高めようとしないうえ、レベルの低い有機農業といわざるをえない。

有機の野菜生産者が再生可能資源に全面的に依存しようとすると、日本では困難な問題に直面せざるをえない。

- ・ 落葉を収集する林を見つけることが難しく、見つけれられたとしても、必要な労働力を確保できないことが多い。
- ・ 家畜ふんを利用して良いかに働く。日本では有機の家畜生産は極めてわずかにすぎず、慣行の家畜生産では、飼料に化学合成した抗生物質、銅、亜鉛、リン酸などを添加している。
- ・ 輪作しようとする、輸入農産物との競争力のない穀物や他の作物を輪作しなければならない。



有機農産物は、慣行のものに比べて、より高品質で安全性の高いものだろうか？

- コーデックス委員会のガイドライン：『オーガニックな農法といえども、一般的な環境汚染のために、生産物が残留物を全く含んでいないとの保証はない。しかし、ここで使用される農法は大気、土壌及び水の汚染を最小にするのに役立つ。』
- EUの有機農産物の生産基準及び表示に関する規則： 附属書Vに示す表示がorganoleptic, 栄養的又は健康的に優れた品質の保証であると購入者に示唆するような主張をラベル又は宣伝物に行うことはできない。

結論

- 健全な有機農業を確立するには、新しい技術のみならず、農業システムの構造変化も必要である。
- たとえ農業者が努力しても、ローカルな農業システムを有機農業に適したものに変更させることは非常に難しく、農業者の努力に対して消費者の支援が必要である。
- コーデックス委員会のガイドラインに記されているように、有機農業では、大気・土壌及び水の汚染を最小にすることの方が、より高品質な農産物生産よりも大切である。
- 有機農業者及び消費者がこのことを認識するならば、それを達成する技術や農業システムを構築することは可能となる。
- 農業者がローカルな環境を実際に改善することを実証できるならば、政府は税金投入を行って有機農業を支援する論拠をえることができる。

