九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

減農薬・減化学肥料農業の成立条件

胡，柏
九州大学大学院農学研究院農業資源経済学部門国際農業資源開発・経営経済学講座農業経済学研究室

https://doi.org/10.15017/21075

出版情報：九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 55 (1), pp.129-140, 2000-11. 九州大学大学院農学研究院
バージョン：
権利関係：

九大農学芸誌（Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.）
第55巻　第1号　129-140（2000）

減農薬・減化学肥料農業の成立条件

胡　　柏
九州大学大学院農学研究院農業資源経済学部門
国際農業資源開発・経営経済学講座農業経済学研究室

（2000年7月31日受付，2000年8月18日受理）

Determinants Influencing the Application Rates of Pesticides and Fertilizers in Kyushu Agriculture

Bai Hu
Laboratory of Agricultural Economics, Division of International Agricultural Resource Economics and Business Administration, Department of Agricultural and Resources Economics, Kyushu University, Fukuoka 812-8581, Japan

1. は じ め に

この20数年間に環境保全型農業が様々な視点から検討され，実践されてきた．低投入持続的農業（LISA），代替農業（alternative agriculture），生態農業（ecological farming or ～ agriculture），有機農業（organic farming）などが，その代表例である．こうした検討と実践によって21世紀農業の基本的な姿が漸次明らかになり，広範な共通認識が形成されつつある．従来，食料供給と環境保全はトレード・オフ関係のように捉えられてきたが，世代を超える持続可能性（sustainability）範疇の確立によって1つの軸に統合され，これまでと違った意味の総合農政が求められるようになった．これは，こうした努力の最大の成果と言えよう．

環境保全型農業を政策理念にとどまらず，これまでの生産性中心の政策体系に永続性要素を入れ加えた農政展開の1つの基軸とするならば，①現在の技術水準や市場システムの中で環境保全型農業がどれだけ実現可能なのか，②実現可能な水準が妥当と思われる水準（一種の理論的基準値と考えてよいが）から大きく乖離した場合に，妥当な水準の実現に向けてどのような政策手段が用意されるべきか，どのような制度の修正あるいは設計が求められるかは，当然考えねばならない．

本研究は，こうした内容に焦点を当て，環境保全型農業の中核をなす減農薬・減化学肥料農業の広範な展開の可能性を九州地域を中心に検討するものである．環境保全型農業は，捉え方によって幾つかのパターンがあるが，農薬，化学肥料の多投による環境負荷の増大が農業の外部不経済を象徴する存在をなしているため，減農薬・減化学肥料農業への取組が環境保全型農業の展開において特に重要な意味を持っていると考える．

最初に第2節では，九州農業における減農薬・減化学肥料農業の展開実態を全国一般動向との比較で考察し，その背景を探る．第3節では，農薬，肥料の施用効率の変化を計測し，過剰投入の要因分析および経営経済的検討を行う．第4節では，農薬，化学肥料削減の可能性を考察し，政策的対応のあり方と具体策について検討する．なお，生産費調査や物価統計等においては，「化学肥料」でなく「肥料」の用語を使っているため，本稿では状況に応じて両方とも使うことにする．

2. 九州地域における減農薬・減化学肥料農業の展開

減農薬・減化学肥料農業は各地域で進展が見られるが，九州地域では都府県平均に比べて幾つかの点で注目に値する特徴が示されている．その1つは，面的広さである．表1に示す農業センサスの調査結果によれば，この種の農業を集団的に行っている旧市町村の割合は全国平均の19％に対し，九州地域は25％となっている．福岡，熊本，鹿児島諸県は，それぞれ37％，32

表1　減農薬・減化学肥料への取組
（単位：%）

区分		減農薬・減化学肥料農業	有機農業	調査回答率
取り組んでいる農協	全国計	28.9	21.8	45.3
	九州計	40.0	22.2	41.8
	福岡	50.0	25.0	38.1
	熊本	39.4	36.4	58.9
	大分	47.4	15.8	46.3
	宮崎	51.7	14.3	30.4
集団的に行われている旧市町村	全国計	19.0	7.9	
	九州計	25.0	13.1	
	福岡	36.6	15.8	
	熊本	31.6	22.6	
	鹿児島	28.5	8.7	

註：農協数値は，全国農業協同組合連合会「平成4年度環境保全型農業実践事例調査報告書」のデータにより再計算したもの．旧市町村データは1995年農業センサスにより整理．後者の場合は，「減農薬・減化学肥料農業」は「環境保全型農業」を指している．

表2　減農薬・減化学肥料農業に取り組んでいる農家の3年後の意向
（単位：%）

			水稲	野菜	果樹
継続意向	生産拡大		36	27	17
	現状維持		61	67	78
	縮小		2	6	5
	取り止めたい		1	1	0
削減目標	農薬	無使用	53	37	25
		25%以上	41	56	57
		＜25%	6	7	18
	化学肥料	無使用	64	46	53
		25%以上	29	45	40
		＜25%	7	9	7

註：九州農政局資料（1997）により整理．原資料には減農薬，減化学肥料農業でなく，「環境保全型農業」を使っているが，そこでは，「環境保全型農業」を「農薬又は化学肥料を通常の使用量より節減した農業」と定義している．

%，29%の高い数値を示している．農業センサスにおいては，ここでいう減農薬・減化学肥料農業でなく「環境保全型農業」の用語を使っているが，そこでいう「環境保全型農業とは，有機物の土壌還元による土づくり等を基礎とするもので，化学肥料，農薬等の投入量の削減等による環境負荷の軽減に配慮した持続的な農業」（傍点は筆者追加）としているから，当然減農薬，減化学肥料がその主なパターンであると考える．この調査に見られる傾向は，同表に示す全農の1992年調査結果にも一致している．アンケートに回答した農協の中で，減農薬・減化学肥料農業に取り組んでいる農協の割合が40%を占め，全国平均の28%を大きく上回っている．福岡，熊本，大分，宮崎といった野菜，フルーツ王国は揃って上位を占める．

いま1つは，有機農業のウェイトの高さである．九州地域では，農家グループ，生産部会，または綾町のような農協，行政の強力な推進による有機農業への取組が度々取り上げられ注目されてきたが，このような実践が先進事例以外の多くの町村においても行われている実態は農業センサス調査によって明らかにされている．有機農業を集団的に行っている旧市町村の比率は，全国平均の8%に対し，九州地域では13%となっている．有機農業への取組とは化学合成農薬や化学肥料を一切使用しないものとの約束に基づいて集計されたものだから，この比率は，言うまでもなく各地域で行われている環境保全型農業の質の高さを示すものとなる．

多くの実践例によれば，減農薬・減化学肥料農業は，良質な有機肥料づくりと散布，中耕除草，および病虫害防除等の面で慣行農法以上に労働を要し，労働集約的性格を持っている．グループ的な取組に必要な圃場整備，土壌診断，堆肥づくりに不可欠な施設整備，深耕のための大型機械の導入などで，資本多投・技術集約的でもある．それに，圃場の状況や天候によって収量不安定のリスクや，共同防除との調整といった地域合意の難しさがある．このような種々の制約の下で減農薬・減化学肥料農業に取り組んでいる農家が将来にどのような意向を持っているかは，地域全体の展開方向を見る上で重要な事項になる．表2は，九州管内900戸農家の調査結果を示す．この調査で明らかなように，調査時点から3年後に「取り止めたい」農家は全体の1%に過ぎず，これに「縮小したい」農家を加えても3～7%に満たない．これまで以上に減農薬・減化学肥料農業を続けて行きたい農家は93～97%を占めているのである．使用量削減の具体的目標を見ると，農薬25%以上削減農家は82～94%，化学肥料25%以上削減農家は90%以上を占めており，減農薬，減化学肥料農業を広範に推進していくための主体的条件が成熟

しつつあることを示唆している．

こうした生産現場での主体的条件の形成に象徴される減農薬，減化学肥料農業への関心の高まりは，「自然農法」の理念，農薬被害への自己防衛措置，安全な食料を求める消費者運動への対応，産地の「土づくり運動」の他に(註1)，販路開拓や有利な販売価格の実現といったような経営面での要素にも深く関わっていることが度々指摘される(註2)．後者は，国内生産物に与えられた市場空間が狭まり，規模拡大による所得向上に限界があるという厳しい経営環境の中での一種の再生産確保対策と見てよいのであるが，しかしこの点は，九州地域の農家調査結果において必ずしも明瞭に現れているとは言えない．取り組み動機として「高価格で販売」を挙げている農家は，稲作では46％と最も高く，野菜と果樹ではそれぞれ26％，28％に止まっている．また，表3に示す販売実績に見られるように，稲作では比較的に有利な販売価格を実現しているのに対し，野菜では慣行栽培農産物と同じかより安い価格で販売されているのが46％，果実の場合は57％に達している．稲作の場合でさえ，1～2割程度高い農家が最も多く，栽培上の苦労からみれば販売価格面での著しい優位性を示すほどのものではない．これらの結果を表2で示した農家の高い継続意向と突き合わせてみると，減農薬，減化学肥料農業への関心の高さが必ずしも有利な販売価格による高付加価値追求志向と密接に結び付いていないことは明らかであろう．

これまでの多くの考察結果や見方から若干ずれているこの調査結果は，農薬使用による健康面での不安や環境保全意識の広がりに伴う生態系への配慮といった環境的，社会的要因で説明される部分がかなりあろうかと思われるが，農業経営の主体たる農家の回答結果であるだけに，経営経済的視点から見ることが当然必要であろうし，説明される余地もあると考える．農薬，化学肥料多投で特徴付けられる慣行農法の成立が農産物に対する需要の急速な増大およびそれに伴う収量あるいは生産性向上の要請を前提にしているのであるならば，農産物供給をめぐる諸条件の変化や生産性向上の行き詰まりが慣行農法を転換させる要因になることも，仮説として充分考えられるからである．

表3　慣行栽培に比べて減農薬，減化学肥料農業の生産物の相対販売価格

（単位：％）

相対価格	水　稲	野　菜	果　樹
5割以上高い	27	2	1
3～4割高い	23	6	7
1～2割高い	38	46	34
通常と同じ	12	38	51
通常より安い	0	8	7

註：表2に同じ．

九州地域では，個別農家レベルでの減農薬，減化学肥料農業の実践が見られるようになったのは70年代中期頃のことである(註3)．この時期の九州農業は土地生産性変化の流れの中でどのような時期であったかを農家経済調査に基づいて検討した結果は表4に示す(註4)．問題の所在をより明確にするために，年度別のデータ変動を細かく示す代わりに，データ変動の流れを大局的に把握する手法で多元的変化を簡潔に示す．実質生産額，言い換えれば価額で示した収量変動は，稲作と野菜は1975年頃まで，果実はそれに比べて8年遅れで1983年まで上昇傾向が続いたが，その後減少に転じ，上下変動を伴いながら推移してきた．畜産は，耕種作目に比べて農地依存度が低いこともあって，一貫して上昇傾向を続けている．そして，作付延べ面積をベースに計算した耕種部門および畜産を加えた農業部門全体の動きを見ると，70年代中期までは土地生産性が一

(註1) 熊澤（1989），松崎（1989），西尾（1995）を参照．

(註2) 宇根（1987），JA全中・JA全農（1994），東北農業試験場（1997），宮崎（1991），八巻（1995），を参照．

(註3) 例えば，福岡県の農業改良普及員宇根豊氏が減農薬の試みを始めたのが1978年であった．同氏によれば，その前に減農薬に取り組む農家がすでにあったという．

(註4) 畜産の一般的イメージからすれば，生産額を土地生産性で表示するのはかなりの違和感がある．規模階層別には，小規模農家層では畜産収入構成がブロイラー，採卵鶏，養豚のような施設型畜産に依存し，大規模層のそれは酪農，肉用牛のようなある程度の土地を必要とするいわば土地利用型畜産に偏っている．1995年の全階層平均データを見ると，施設型畜産と土地利用型畜産は，それぞれ45％，55％を占めている．これらの点から勘案すると，畜産収益を土地生産性で表すことも一定の参考価値があると言える．

なお，露地野菜と施設野菜のような生産額の分離不可能や投入材の分離不可能の問題と，畜産の土地生産性を計算する際に飼料作物用地についての正確な統計がないといった問題があるため，個別作目の土地生産性よりも，耕種部門の土地生産性や，それに畜産生産額を加えて計算した農業部門全体の土地生産性を重視すべきである．作目別の計算には分離不可能性から生じるバイアスが含まれている可能性があるため，これらの指標を慎重に見なければならないが，変動パターンを大局的に把握するには充分であろうと考える．

表4 九州農業における投入と産出パターンの変化

		九州平均	北九州	南九州
実質粗生産額	稲 作	1974年まで上昇→低下→上下変動	1975年まで不安定上昇→変動→低下	1986年まで上昇→不安定変動
	野 菜	1976年まで上昇→低下→上下変動	1975年まで上昇→低下	1976年まで上昇→低下
	果 実	1983年まで上昇→傾向的低下	左に同じ	左に同じ
	畜 産	一貫上昇傾向	左に同じ	左に同じ
	耕種計	1975年まで上昇→低下→上下変動	1975年まで上昇→若干低下	1982年まで上昇→低下
	産出計	1975年まで上昇→低下→上下変動	左に同じ	1987年まで上昇→横ばい
要素投入	農 薬	一貫上昇傾向	左に同じ	左に同じ
	肥 料	1973年まで急上昇→安定推移	1979年まで急上昇→安定推移	1973年まで急上昇→安定推移
	資 本	一貫上昇傾向	左に同じ	左に同じ
	労 働	一貫減少	傾向的減少	1973年まで若干上昇→減少

註：1）表中の記述は1990年価格基準の10a当たり価額による．
2）作目別の土地生産性把握に用いた農地面積：
稲作＝稲作作付面積；野菜＝一般畑＋水田調整面積；果樹＝樹園地面積；
畜産＝耕種計＝延べ作付面積
3）資料：農家経済調査九州地域データによる．

貫して上昇傾向を示したが，その後は数年間の減少を続けてから不安定な形で推移している．南九州地域では，耕種部門は1982年まで，農業部門全体は1987年まで生産性上昇が続いた．水田複合経営を主とする北九州と，畑作や加工型畜産経営を中心とする南九州との構造的な違いが生産性変動に反映される形となっている．作物別，県域別に若干の違いがあるものの，全体として70年代中期頃が九州農業の1つの転換点であったことは，土地生産性変化の流れからほぼ確認できる．

しかし他方では，10a当たり要素投入量の動きは違う．肥料投入は70年代中期頃まで急上昇し，その後はほぼ安定的に推移しており，実質生産額の低下傾向に伴った投入減少が見られない．農薬と資本投入は産出変動と大きく異なって，南，北九州とも最近まで一貫した上昇傾向を続けている．

投入と産出の変動を突き合わせて見ると，70年代中期までの一致した上昇傾向とその後の乖離した動きという変化パターンの違いが明らかになる．70年代中期頃までの農薬，肥料投入の増加は土地生産性あるいは収量の向上を伴ったものであるが，その後のこれらの要素の投入増大は土地生産性の向上と無関係のようになっている．つまり，70年代以降は，「産出が少ない割には農薬，肥料の投入が多い」という状況になったのである．

「産出が少ない割には農薬，肥料の投入が多い」ということは，投入しなくてもよい分の農薬，肥料を実際の生産過程に投入してしまったことに等しい．これは農業経営の視点から見ても望ましいことではない．つまり，70年代初期頃から高まり始めた環境意識や有利な販売価格とは別に，減農薬，減化学肥料農業に取り組むための経営的条件はこの時期にすでに出現したと言ってよい．その意味においては，表1，表2に示す九州地域における減農薬・減化学肥料農業への関心の高さは，環境志向や有利な販売価格による高付加価値志向のみによるものでなく，個別経営内部からの経営合理化要請の反映であったとも言えるのかもしれない．このことは，現在の減農薬・減化学肥料農業への関心の高まりに経営経済的視点から一定の解釈を与えることが可能であると同時に，現在の技術水準と市場システムを前提に，慣行収量を確保しながら減農薬・減化学肥料農業を広範に推進していくことの経営経済的可能性を示唆するものでもある．

3．農薬・肥料投入の経済分析

1）生産関数の計測

土地生産性という点から見て農薬，肥料多投の実態

がどこまで進んでいるかを明らかにするためには，生産過程における各要素の生産反応を具体的に見る必要がある．農薬，肥料の投入は作物の成長を病虫害や雑草から守り，農業生産の生物化学的側面から作物の生育過程を促進する収量向上の手段に他ならないから，ここでは，この生物化学的側面だけに着目した生産関数に基づいて農薬，肥料の生産反応を計測する．生産量をＹとし，農薬，肥料使用量および作付面積をそれぞれ PESTC，FERTI，A とすれば，生産関数を次式のように表すことができる．

$$Y=F(PESTC,\ FERTI,\ A,\ \zeta) \qquad (1)$$

ζは，ランダム的要因を表す攪乱項である．式の両辺を作付面積で割ると，土地生産性（Y/A）と単位面積当たり農薬，肥料投入量（PESTC/A），（FERTI/A）との関係を表す関数式を得る．

$$(Y/A)=G[(PESTC/A),\ (FERTI/A),\ \zeta] \qquad (2)$$

このモデルの特徴は，土地生産性に及ぼす農薬，肥料投入の影響を他の要素から影響を受けずに考察できるという点にある．線形式により計測した生産弾力性は表５に示す．1992年以降農家経済調査における農家の定義や費用項目に変更があったため，計測に用いたデータは1962～91年期間に限定した．なお，生産要素使用量を作目別に分離することが事実上不可能という点を考慮して，モデル計測は表４に示すような細かい作目区分でなく，「耕種部門」とそれに畜産生産額を加えた「産出計」の２つのケースに分けて行った．畜産部門における農薬，肥料使用が飼料作物の生産に限られていることから，耕種部門に比べてこれらの要素の使用量はかなり少ないと思われる．つまり，産出合計よりも耕種部門の計測結果の方が要素の生産反応をより正確に表していると見るべきである．

表５に示す計測結果は，幾つかの点を明らかにしている．まず，土地生産性の変動を農業生産の生物化学的側面から説明するアプローチが妥当であるということである．全期間の計測や，農薬，化学肥料が単収向上に大きな威力を発揮した70年代中期までの計測で示すように，この２つの要素は，土地生産性変化の81～98％まで説明することができたのである．このことは同時に，農薬，肥料多投が農業生産力向上の原動力であったことを示唆している．

しかし70年代半ば以降，農薬，肥料の投入効率が低下しているか，非効率的になっていることも明らかである．耕種部門の結果を見ると，要素投入の効率性を示す生産弾力性は70年代中期までほとんどプラスの値を取っていたが，その後は，肥料の一例を除けばマイナスになっている．この時期に生産性向上を伴わない農薬，肥料の追加投入が続いていたのである．畜産を加えた「産出計」の計測結果にマイナスの弾力性は出現しなかったものの，農薬の弾力性が1962～75年期間の0.388から1975年以降期間の0.176へ，肥料の弾力性が同じく0.129から0.100へと明らかに低下している．

農薬，肥料過剰投入の実態は生産性向上に対する寄与力の変化にも現れている．70年代中期までは，すべての計測の寄与力が0.95以上であったのに対し，その後は，南九州の一例を除けば0.10～0.24にまで低下した．これらの要素の増投は土地生産性の変化に無関係

表５　農薬，肥料の生産弾力性および土地生産性への寄与力

区分		耕種部門			産出計		
		九州計	北九州	南九州	九州計	北九州	南九州
1962	農　薬	0.461	0.539	0.373	0.388	0.364	0.294
｜	肥　料	0.008	−0.480	0.346	0.129	0.065	0.561
75	寄与力	0.97	0.95	0.97	0.97	0.96	0.98
75	農　薬	−0.176	−0.340	−0.002	0.176	0.045	0.370
｜	肥　料	−0.133	0.399	−0.200	0.100	0.404	0.071
91	寄与力	0.16	0.20	0.10	0.24	0.10	0.81
62	農　薬	0.169	0.187	0.373	0.292	0.197	0.508
｜	肥　料	0.703	0.442	0.408	0.630	0.716	0.454
91	寄与力	0.81	0.85	0.88	0.93	0.87	0.97

註：生産関数により計測．寄与力は決定係数の値を示す．

に近いところまで来ているのである．これは，前節で示した「産出が少ない割には農薬，肥料の投入が多い」という直観的考察結果に一致しており，農業生産において農薬，肥料が必要以上に投入されていることを裏付けている．

農薬，肥料の生産弾力性がゼロに近いかマイナスになったことは，これらの要素の限界生産性がゼロの近辺かマイナスになっていることに等しく，農薬，化学肥料の削減が投資経済という点からも必要不可欠であることを示唆している．その意味においては，適切な営農指導や政策誘導さえすれば，減農薬，減化学肥料農業がさらに前進していく可能性があると考えられる．

2）農薬，肥料過剰投入の検討

それでは，農家はなぜ生産弾力性がマイナスになる程まで農薬，肥料の投入を続けるのか．生産者が合理的な行動を取るならば，利潤（所得）最大化あるいは費用最小化を追い求め，要素投入を生産弾力性がマイナスになる前の段階に踏み止めるはずだが，70年代中期以降の計測結果は明らかにこれに一致しない．農薬，肥料の投入は生産者の合理的行動で説明できないのか，それとも逆に，生産者が合理的行動を取ったから農薬，肥料の過剰投入を招いたのか．土地生産性の変化率と単位面積当たり要素投入量の変化率のどちらかがマイナスになれば生産弾力性がマイナスになるから，これについての要因考察も当然，土地生産性の低下要因と農薬，肥料の投入増大要因の両面から検討しなければならない．

70年代中期頃から耕種部門全体の単位面積当たり実質生産額が若干低下してきたのは，言うまでもなく農産物需給事情の変化によるところが大きい．周知のように，70年代に入ってから米の生産調整（1970），ミカンの自主的減反（1974）並びにミカン園転換促進事業（1975）等の生産抑制政策が進められ，野菜も多くの品目が60年代の爆発的な市場拡大から需要減退に転じ，1980年に「重要野菜需給調整特別事業」が余儀なく実施された(註5)．農産物が供給飽和あるいは過剰になりつつある状況の中で，農家は何を作ればよいのかに悩み，土地生産性に対する考えもそれまでの収量向上から市場対応へと大きく転換し始めた．こうした経営環境の変化は当然単収向上の抑制要因となり，表4に示すような生産性変化をもたらす．すなわち，実質生産額の変化で示す70年代中期以降の土地生産性の低下は農業生産力水準そのものの低下を示すのでなく，国内農産物に与えられた市場空間が狭まる中で土地利用水準が低下したことを意味するものである．

他方，農薬，肥料投入が土地生産性の低下傾向に伴って減少しなかったか，増加傾向すら示されていることは多くの要因に関わっているが，主として作目構成の変化並びにそれに伴う要素投入構成の変化，および農業労働力事情の3つが挙げられる．

作目構成変化は，60年代以降の九州農業展開の特徴をなしている．都府県農業に占める九州農業のシェア変化を作目別に見ると，果実は1960年の12％から70年代の20％に急上昇した後に，18～20％の範囲で推移している．野菜は1960年の12％から1996年の19％へ，花卉は4％から18％へ，畜産物は16％から28％へと，いずれも一貫して上昇傾向を示している．野菜，果実，花卉，畜産物の急速な伸びは，九州農業を従来の「食管依存型米麦2毛作＋加工原料提供」型農業から「青果物＋花卉＋畜産」型農業へと変貌させ，産地としての九州農業の地位を大きく向上させた．「集約農業の南進」と言われるまで注目されたのはそのためである(註6)．

耕種部門におけるこれらの作物のシェア拡大は，肥料使用量の増大をもたらす要因となる．九州農業展開の原動力となった果菜類，果樹作，花卉，および南九州の基幹作物である葉タバコのいずれも，養分需要量の大きい作物だからである．表6は，単位面積当たり化学肥料の集約度を作物別に示したものである．数値が100を超えて大きいほど化学肥料の集約度が高いが，「相対集約度」欄で示すように，野菜，果樹，工芸作物，および採取苗圃，花卉等成長作目を含めた「その他」の諸項が高い数値を示し，これらの作目のシェア増大が単位面積当たり肥料使用量を増大させるのである．

作目構成変化に伴う肥料需要構造の変化も，肥料集約度の変化に影響を及ぼす．稲作に比べて，果菜類，果樹，花卉，葉タバコ，茶などの畑作は，そもそも苦土，硼素，マンガンなどの微量元素肥料に対する需要が高いことに加え，単作による連作障害や無機肥料多用等の不適切な肥培管理によって微量元素欠乏症が起こりやすく，土の状態に応じて補給する必要がある．すなわち，これらの畑作のシェア拡大は窒素，燐酸，カリ等の主力肥料の使用量を増大させるのみでなく，

(註5) 野菜の生産構造と野菜行政の展開につては戸田（1989），永江（1993）に詳しい．
(註6) 小田原（1992）を参照．

表6　1995年度作物別化学肥料の相対集約度

単位：%

作物	面積シェア	肥料数量シェア			相対集約度		
		窒素	燐酸	カリ	窒素	燐酸	カリ
稲作	43.0	30.1	32.8	33.2	70.0	76.3	77.2
麦類	5.2	3.8	4.1	3.9	73.1	78.8	75.0
甘藷	1.0	0.4	0.7	1.2	40.0	70.0	120.0
豆類	3.2	0.9	3.0	2.1	28.1	93.8	65.6
野菜	13.6	22.5	19.3	20.6	165.4	141.9	151.5
果樹	6.4	9.4	6.9	8.0	146.9	107.8	125.0
工芸作	4.2	10.9	7.4	8.0	259.5	176.2	190.5
飼肥料作	20.6	5.4	5.8	5.3	26.2	28.2	25.7
その他	2.8	16.6	20.0	17.7	592.9	714.3	632.1

註：1)「耕地及び作付面積統計」「肥料年鑑」により計算.
2)「その他」には，馬鈴薯，採取苗圃，花卉，雑穀，牧草地等を含む.
3) 面積は，一般作物は作付面積，果樹は栽培面積を指す.
4) 相対集約度＝肥料量シェア÷面積シェア×%

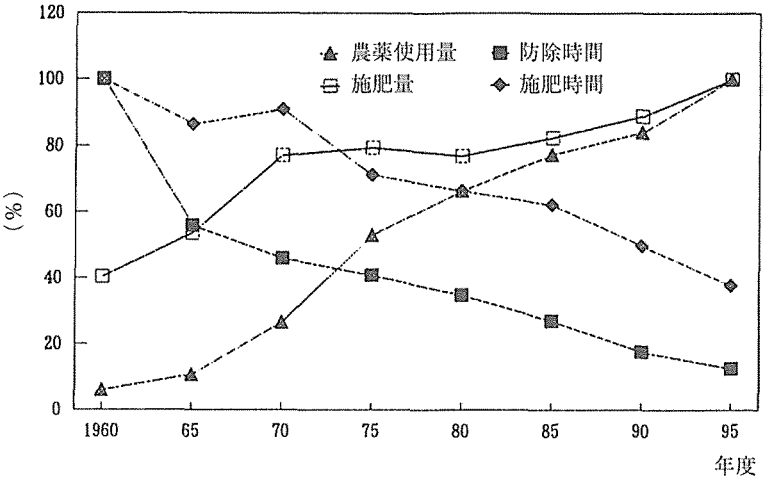

図1　10a 当たり農薬，肥料使用量及び防除，施肥時間数の変化

註：使用量は（生産費/物価指数）により産出，時間数は米生産費調査による．その他は本文参照.

微量元素肥料，土壌改良剤，肥効増進剤の使用増大にもなる．苦土などの土壌改良剤の単位面積当たり使用量が一般的には主力肥料より大きいため，この種の肥料の使用増加は肥料使用総量の増大に寄与する．肥効調節型肥料，緩効性肥料，液肥の使用増加も，野菜，果樹等園芸作物の展開に深く関わっている．

作目構成変化以上に農薬，化学肥料の増投に寄与したのは農業労働事情の変化およびそれに伴う労働節約に対する要請である．農薬，化学肥料の使用が養分補給による地力再生産確保の他に労働節約効果も大きいことから，農業労働事情の変化や労働節約に対する要請の高まりはこれらの資材の開発方向，使用様式，および使用量に影響を与える．図1は，1960年以来九州農業における10a 当たり農薬，肥料使用量と防除（除

草＋防除），施肥（基肥＋追肥）作業時間数の変化を指数で示したものである[註7]．1997年現在の10a当たり水田防除時間数は約4時間で，1960年の36時間に比べて9割減，1970年の16時間に比べて7割減である．特に，除草時間は1960年の28時間から1997年現在の2.3時間へと減少している．施肥作業時間は防除作業の比ではないものの，同期間において6割以上減少している．

これらの作業時間の減少は，農薬，肥料産業の技術進歩や使用方法等農芸技術進歩に負うところが大きいが，要素使用量の増加に密接に関連しているのもまた事実である．施肥時間の減少は，刈敷，堆厩肥といった自給肥料使用の減少並びにそれに取って変わる化学肥料の増加によってかなり説明され，この傾向が最近まで続いている．稲作を例にして見ると，10a当たり堆厩肥の使用量は1965年の545キロから1990年の176キロ，1995年の111キロへと激減し[註8]，図1に示す施肥作業時間の変化にほぼ完全に一致する動きを示している．これは，80年代中期頃まで化学肥料3要素の一貫した増加傾向と好対照になっている．化学肥料による自給肥料の代替は，他の労働節約型技術進歩と併せて施肥作業の時間節約に寄与したのである．

防除時間の減少は，除草剤の開発，使用および共同防除体系の確立によって加速され，このような形の技術進歩もまた農薬の使用増加に直結している．除草剤使用前には水田の10a当たり除草作業は50時間以上を要していたが，70年代の「初期剤＋後半手取り除草」体系の導入によって10時間までに短縮された．さらに，80年代初期頃の「初期剤＋中期剤」防除体系の確立に伴って手取除草，中耕，培土，敷藁等といった生態的，機械的雑草防除作業での除草剤代替が進み，作業時間は6時間となった．この間の除草技術の進歩は除草剤の散布回数と散布量の増加を伴ったもので，農業機械の導入に匹敵するほどの労働節約・資本使用（労働節約＋農薬使用）効果をもたらしている．

ちなみに，農薬，化学肥料の多投は，土地生産性の向上に伴う地力再生産確保のための養分補給措置のみでなく，農業労働節約の要請を満たすための労働生産性向上の手段，または農業労働力の高齢化，婦女性化，後継者不足による労働供給不足，および兼業深化等による農業知識不足従業者層の増大等を補うための手段として推し進められてきた側面がかなり大きい．こうした技術的，経営的特徴を極めたのが病虫害防除を中心とする共同防除体系の確立であろう．この体系の最大の特徴は，防除暦に基づく地域の共同防除，一斉防除であり，専門的防除技術を習得した集落の代表者による請負防除である．個別農家の防除作業を補完する集落，村単位の共同防除体系の確立は，病虫害防除技術の規格化，高位平準化，および労働節約といった面で極めて重要な役割を果たしてきたが，一斉防除に見られる防除作業のマニュアル化等によって農薬多用を助長する一面もある[註9]．多くの農作業に比べて，防除作業は作物の全生育期を覆うものできめ細かな観察と判断を要する作業である．農薬散布の場合は，病虫害の発生状況以外に，作物の生育状況，風，気温，湿度，雨等天候状況，または農薬の種類や毒性などを細かくチェックし，一枚一枚の田（畑）にあった防除時期，回数，農薬の種類・濃度・散布量でなければ無駄な薬剤投入が生じ，効率的な防除効果が上がらない場合がある．これらの作業を適切にこなすためには，生産者が自ら田畑を回り，状況把握をしなければならないが，病虫害の伝播抑制と労働節約を基本とした共同防除体系は，農業労働力事情の変化や防除作業の複雑化によって生じた個別農家レベルの防除作業の弱体化を補強した反面，生産主体を防除作業から排除し，防除作業に関する状況把握と意思決定を生産者以外の主体に委ねる状況を作り出したのである．

程度の差はあれ，防除作業に似たような状況は施肥作業にも見られる．産地における施肥作業のモデル化，マニュアル化がそれである．農薬，肥料多投が生産弾力性がマイナスになる程まで進展していることの最大要因はここにあると考える．生産者が合理的な行動を取れるかどうかは，従来の競争市場に関する諸仮定以外に，情報の完全性やその情報に対する適切な判断力と行動力に依存する．防除，施肥作業に関する意思決定が生産主体自らの情報把握と判断に基づいて行われるのでなく，生産者以外の主体にその大半もしくは全部を任せるというような状況になれば，生産主体と生産活動との乖離が生じ，非効率的なパフォーマンスが現れてくる可能性が高まるからである．

生産弾力性がマイナスになる程の行き過ぎた農薬，化学肥料と農業労働との代替をもたらした経済的背景は，要素の相対価格の変化にある（図2）．1960～95年の間に農薬と肥料の価格はそれぞれ約50%，170%

[註7] 作業時間数は稲作の調査結果である．防除，施肥技術が作物間で平準化されていることを前提にしている．
[註8] 平成10年度「肥料年鑑」を参照．
[註9] 宇根（1987）を参照．

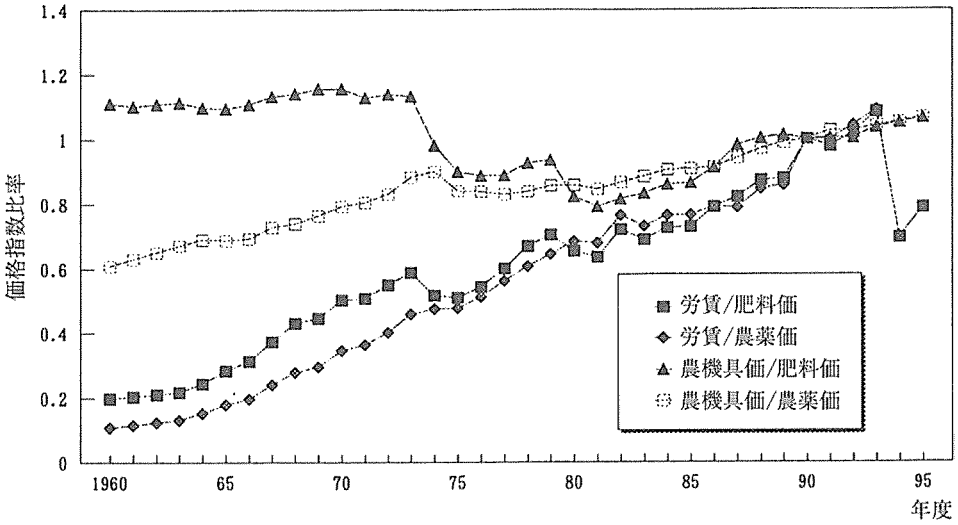

図2　農薬，肥料相対価格の変化

註：労賃指数は九州地域の農業雇用労賃と雇用時間により算出，その他は農村物価賃金統計による．

上昇したのに対し，九州地域の男子相当農業雇用労賃（以下，農業労賃と略す）はこれを遙かに上回って約13倍の上昇を示している．そのため，同期間における農業労賃対農薬，肥料の相対価格比率が急速に上昇した．農機具対農薬の相対価格比率も，農業労賃のそれほどではないものの，ほぼ一貫した上昇傾向を示している．

農業労賃対農薬，肥料価格比率の上昇は，農薬や肥料に比べて農業労働資源がより希少的となっていること，言い換えれば，手間の掛かる防除作業や堆厩肥等自給肥料使用よりも，農薬，化学肥料を使った方が私経済にとって有利であることを意味する．農業労働力不足の中で，このことは当然，多労を要する輪作，間作，多毛作，堆厩肥づくり，耕耘法，水肥調節法といった地力維持や生態的防除に優れた効果を持つ伝統農法の継続を妨げ，排除する方向へ働く．農機具対農薬相対価格の上昇も，中耕除草等の機械防除作業を後退させ，防除作業の技術体系を化学防除法一本に絞らせる方向へ作用する．

しかし，80年代後半から労賃や農業機械価格の上昇テンポが低下したため，相対価格比率の上昇傾向が緩やかになったか，年によって低下するケースすら見られる．防除，施肥作業における農薬，化学肥料と労働との代替がすでに限界に来ている兆候である．この点も，表5の計測結果とともに農薬，化学肥料削減の経営経済的条件が成熟しつつあることを示唆している．

4．農薬・化学肥料削減の可能性と政策的対応

飼料作物生産つまり畜産部門の農薬，化学肥料集約度が極めて低いことから（表6），減農薬，減化学肥料の可能性を耕種部門を中心に考えてよいと思われる．

作付面積10a当たり実質生産額ベースでは，1995年現在の土地生産性が1972～74年の平均水準に相当する（表7）．他方，70年代初期に比べて，1995年現在九州地域の農薬使用水準は125%，肥料使用水準は18%多くなっている．70年代初中期頃は比較的に少ない農薬，商品肥料で現段階に匹敵する位の生産物を作っていたのである．農業生産力の質的変化や要素間代替の可能性等を考慮せずに単純に計算すれば，現在の収量水準を前提に農薬使用量を50%削減，肥料使用量を15%削減することは可能である．

70年代中期以降農薬，肥料の生産弾力性がすでにマイナスになっている点からみれば，使用量を70年代中期頃の水準まで削減することが経営的にも望ましいと思われるが，農業労働事情や生産過程における要素構成の変化からみると困難を伴うことも事実である．まず，雑草防除技術体系から見れば，70年代中期頃は「初期剤＋中期剤」前の段階で，手取り除草が防除技術体系の一部だった時期である．試算通りに除草剤を

表7　1993～95年の投入，産出相対水準及び農薬，化学肥料削減可能水準試算

単位：%

区分		九州平均	北九州	南九州
対1972～74年水準%	生産額	96.6	96.8	102.6
	農薬使用	224.6	206.9	252.6
	肥料投入	117.5	116.3	117.5
削減可能水準%	農薬	55.5	51.7	60.4
	肥料	14.9	14.0	14.9

註：1）表中データは1990年価格基準の10a当たり実質額により計算．削減可能性試算は，現在の収量水準を前提にしている．
2）生産額は，耕種部門のみである．
3）資料：農家経済調査九州データによる．

はじめ農薬の削減を進めるならば，水田の除草時間は1997年現在の水準より4倍くらい多くなる．肥料については，70年代中期以降使用量の増加が比較的に少なかったこともあって，現在の収量水準を前提に削減可能な幅は15～20%程度に止まると思われるが，それにしても堆厩肥の増投が必要となる．これは，前節の考察で示したように堆厩肥づくりや施肥作業の時間増加を意味する．

単位面積当たり農薬，肥料使用量の増大をもたらした要因の1つである作物構成の変化が非可逆的なため，減農薬，減化学肥料農業の推進は，これまでに見てきた農業労働と農薬，化学肥料との代替関係を基本に考えねばならない．これは，2つの側面からアプローチすることが可能である．1つは，これらの要素使用以外の労働節約技術の開発と普及である．作目構成との関連で言えば，九州地域では施設栽培を含む野菜，果実生産領域における肥料施用技術および機械等による雑草防除技術の革新と開発は特に重要な意義をもっていると考える．

いま1つは，これまでの農薬，化学肥料による労働への代替関係を少しずつ変えていくことである．前節の考察結果の延長線上で考えれば，農薬，化学肥料の価格を漸次に引き上げることによってこれらの要素と労賃との相対価格比率を高めるように，農薬，化学肥料の使用量を価格操作で抑制することは1つの選択肢になる．しかし，この方法にはかなりの限界がある．農業はもともと競争力が弱く政府の保護を要する産業であり，資材価格の引き上げは農業の衰退傾向に一層拍車を掛けることになりかねない．また，これらの生産要素の使用が規模に関して収穫不変の性格を持っているため，価格の引き上げによる使用量規制効果は，小規模農家層よりも大規模農家層の方が大きいはずであり，これは明らかに構造政策の目標に合致しない．

そこで，要素間の相対価格を変えずに労働資源の活用による農薬，化学肥料節約の可能性と方法を探らなければならない．このような条件は，図2に示すように揃いつつある．80年代後半に入ってから労賃対農薬，肥料相対価格比率が1の近辺に収束されるようになっているため，農薬，化学肥料の増投で省力化（農業労働の節約）を図ることの経済的意義が薄れてきているからである．さらには，農家の自家労賃評価が図2の計算に使われている農業雇用労賃ほど上昇していないことや，自家労賃評価額が雇用労賃よりかなり低いであろうという点から(註10)，相対価格の実際の改善状況は図2に示す傾向以上に進んでいると考えられる．農業労働資源の活用による農薬，化学肥料削減の経済条件がどこまで整っているかは別にしても，努力すれば農薬，化学肥料の削減がかなり可能であることは，表5，図2，および表7の諸結果から明確に読み取れる．

つまり，全体としては，農家はその気になれば減農薬，減化学肥料が可能である段階にきており，これからどう展開していくかは政策の努力次第と言ってよいであろう．政策的対応は，基本的に①減農薬，減化学肥料農業を推進するための制度づくりと，②慣行的防除，施肥技術体系の改善を保障するための組織体制づくりの2点に絞られると考える．現段階の農業構造の特質から考えれば，PPP（汚染者負担原則）に立って農薬，化学肥料使用量を行政手段や価格操作で規制するよりも，農家の減農薬，減化学肥料努力にインセンテイブを与える方が現実的であると思われる．

第①について，3つの具体策が考えられる．

1つ目は広範な教育，普及活動によって環境保全意識の向上を図ることである．農業活動の外部不経済性を農家に周知させるような教育，普及活動を広範に推進することによって農家の環境意識をさらに向上させ，減農薬，減化学肥料を意識的に行うような農家を育てる．現在の市場システムと技術構造の中では，これが最も有効な方法と考える．

2つ目は，市場システムの活用である．有機農産物認証基準の確立によって，農家の努力を価格に反映させる制度的仕組みおよび流通システムを確立する．減

(註10) 自家労賃の評価については荏開津・茂野（1983），中安・荏開津（1996）を参照．

農薬，減化学肥料生産物および有機農産物の認証，検査仕組みの確立と流通システムの確立以外に，価格の不安定に備えた財政的保障制度の整備も必要不可欠である．

3つ目は，農業行財政諸制度の整備である．一般的には，厳密な意味の有機農業に比べて減農薬，減化学肥料農業は，広範に展開する可能性が高い特徴を持っている．広範な展開が可能なので農業全体の外部不経済を減らすという点では有機農業以上に重要な意味を持っていると見るべきかもしれない．しかし，この種の生産物に関して認証作業や市場での評価が難しいため，農家の努力を制度的に奨励する仕組みをつくる必要がある．つまり，減農薬，減化学肥料営農が一定水準以上に達した農家に「減農薬，減化学肥料奨励金」を交付することである．一定の水準とは，地域や作物によって具体的に定めねばならないが，表7に示す九州地域の平均的状況を例にしてみれば，減農薬50%以上あるいは減化学肥料15%以上になると収量低下のリスクが大きくなるため，この水準以上に達した農家に奨励金を交付すべきであろう．

これまでの減反対策費や生産調整交付金等の一部を奨励金の財源に充てるのが妥当かと思われる．生産過剰を抑制するために減反対策が実施されてきたが，意欲ある農家ほど減反協力に消極的性向が見られ，耕作放棄を助長する一面もある．つまり，減反は生産抑制になるが農地・環境保全や農家の生産意欲向上にはならない．しかし，減農薬，減化学肥料農業の推進は，生産抑制，農地・環境保全，農家の生産意欲向上など，多面的効果をもたらす可能性が秘められている．減反面積に相当する程度の生産量を「減農薬，減化学肥料奨励金」の交付によって抑制することができれば，減反は不要となり，耕作放棄に一定の歯止めを掛ける可能性もある．

第②は，減農薬，減化学肥料農業の広範的推進に向けての人づくりと組織体制づくりに関する政策対応である．農薬，化学肥料多用型農法の確立に営農指導や技術普及システムの果たした役割が極めて大きかったとすれば，慣行農法から減農薬，減化学肥料を基本とする環境保全型農業への転換も，組織的支援が欠かせない．そのためには，現在の営農指導，技術普及システムを減農薬，減化学肥料農業の広範な展開の要請に応えられるような組織体制に変革させ，組織の中核を担う人材を育成していく必要がある．共同防除に象徴される従来の防除，施肥技術体系の革新も，営農指導，技術普及システムの改善を通して図っていくべきである．防除，施肥作業をマニュアル通りに行うのでなく，生産者自らの状況把握と判断に基づいて行うようにするためには，組織体制づくりとともに，生産者の意思決定をサポートできるような営農情報システムの構築が必要不可欠である．これらの点についても政策的支援が求められる．

文　　献

宇根　豊　1987　減農薬のイネつくり．農文協

荏開津典生・茂野隆一　1983　稲作生産関数の計測と均衡要素価格．農業経済研究，54(4)：167-174

太田原高昭　1992　系統再編と農協改革．農文協

熊澤喜久雄　1989　‘有機農業’と現代農業(1)，‘有機農業’と現代農業(2)．農及園64：89-103，276-288

JA全中・JA全農編　1994　最新事例環境保全型農業．家の光協会

戸田博愛　1989　野菜の経済学．農林統計協会

東北農業試験場　1997　有機米生産の現状と問題点及び今後の課題．1997年版農林漁業の環境保全―食糧供給と環境との調和を目指して―，67-82

中安定子・荏開津典生　1996　農業経済研究の動向と展望・総括．中安定子・荏開津典生編：農業経済研究の動向と展望．富民協会，7-34

永江弘康　1993　野菜農業の近代化．農林統計協会

西尾道徳　1995　有機農業の技術的解析．農林水産研究文献解題21：環境保全型農業技術，農林統計協会，829-845

松崎敏秀　1989　我が国における有機農業の現況．農及園64：123-132

宮崎　猛　1991　有機農業と持続可能農業．農林業問題研究，27(1)：28-34

八巻　正　1995　水田作経営における環境保全型農業―特別栽培米など―．農林水産研究文献解題21：環境保全型農業技術，農林統計協会，873-876

Summary

This paper analyzes empirically the factors influencing pesticide and fertilizer use, and examines the possibility of reducing widely the application rates of such inputs, using a case study from Kyushu, western Japan. A regression procedure shows that the elasticities of production of the two inputs are approximately zero or even negative since 1975, implying these inputs have been obviously overused. Consequently, it is possible to reduce widely the use of the two inputs without or with only less production or income loss.