

第 4 章

関東地方における作物栽培の エネルギー効率の変化

4.1 はじめに

第 3 章で実施した都道府県スケールの分析結果より、作物生産のエネルギー効率が、地域的な農業生産活動の特徴を示す指標になると考えられる。本章では、関東地方の市区町村を単位として、作物生産のエネルギー効率の時間的・空間的な変化の特徴を分析する。そうすることにより、県や地方などのよりミクロスケールの地域構造¹⁾や、全国スケールでも市区町村を単位とした詳細な地域構造を把握するための指標として、エネルギー効率を活用できるかどうかを検討する。

本章での分析手順は、都道府県スケールの場合と同様に、まず、関東地方における作物生産のエネルギー効率の分布を把握する。その際、作物生産のエネルギー効率が著しく低下した 1970 年と 1990 年を分析の対象とする。第 3 章で実施した 1970 年と 1990 年を比較した都道府県単位の分析では、茨城、栃木、埼玉、千葉が中位効率から低位効率に変化し、群馬と神奈川が低位効率のまま変化しなかった。また、東京は、低位効率から極低位効率に変化した。

次に、エネルギー効率に変化したパターンを、修正ウィーバー法による作物結合タイプから抽出する。さらに、エネルギー効率の変化パターンに基づいた地域構造を、従来の農業地理学の成果と比較しながら検討する。関東地方は、大都市を中心として広い平野が展開するため、特徴的な地域構造を抽出しやすい。そのため、従来から地域構造に関する数々の研究が蓄積されてきた。

4.2 市町村スケールのエネルギー効率の変化

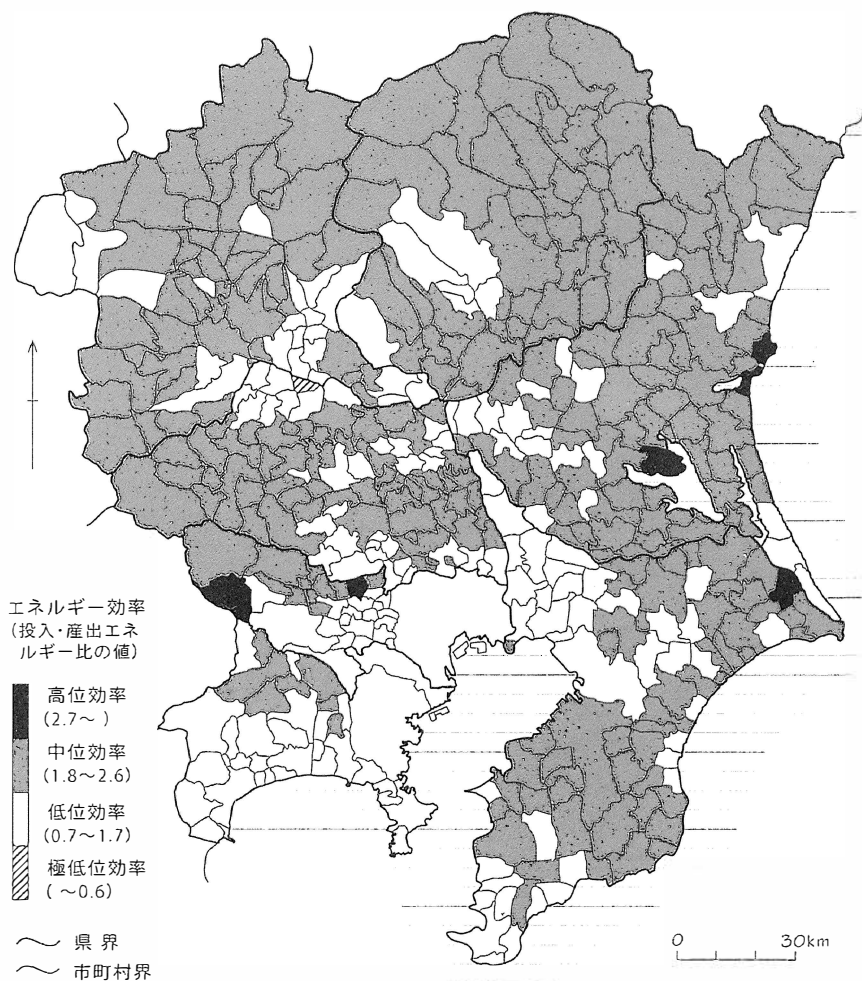
4.2.1 1970年のエネルギー効率

第8図は、1970年の関東地方における作物生産のエネルギー効率を示したものである。地域的な作物生産の投入・産出エネルギー比の値は、那珂湊市（現ひたちなか市）の3.0から埼玉県豊里村（現深谷市）の0.5までの範囲にあり、エネルギー効率は高位効率から極低位効率までの4段階に区分される。また、第12表は、市区町村における作物の栽培面積の割合を、エネルギー効率ごとに示したものである。1970年の平均を見ると、割合が高い順に、水稻、麦類、露地野菜、いも類、果樹、豆類、施設作物となる。同年の全国平均と比較すると、麦類、露地野菜、いも類、豆類の割合が高く、水稻と果樹の割合が低い。

1970年において高位効率に区分される市町村は、茨城県的那珂湊市、大洗町、出島村（現霞ヶ浦町）、千葉県東庄町、東京都東村山市、桧原村の6市町である。これらの市町における栽培面積の割合を見ると、麦類、水稻、いも類で20%を超え、特にいも類は関東地方平均の4倍である。那珂湊市、大洗町、出島村、千葉県東庄町においては、台地上の畑で、いも類と麦類の二毛作が広く行われていた。

中位効率に区分される市町村は287であり、茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉の各県の大部分を占める。中位効率地域における作物の栽培比率を見ると、水稻・麦類・露地野菜が5:3:1となり、関東地方の平均よりも水稻と麦類の値が高い。実際に中位効率地域は、水稻単作か、水稻と麦類の産地に一致する。特に群馬県の中央部から栃木県の南部にかけては、伝統的な米麦二毛作地域として知られる（Saito, 1996; 堀内, 1995）。

低位効率に区分される市区町村は172であり、東京都区部、千葉市、川崎市、横浜市など、都市と都市近郊に連続的に分布する。さらに、都市の外縁部においては、露地野菜の栽培が盛んな市町村が、低位効率に相当する。例えば、茨城県八千代町・総和町のはくさいとキャベツ（森本ほか, 1990）、鹿行地域のピーマンとすいか（田林ほか, 1988）、栃木県鹿沼市のいちご、群馬県館林市のきゅうりとなす、嬬恋村のキャベツ（丸山, 1991）、および三浦市のだいこん（斎藤



第8図 関東地方における作物生産の市町村別エネルギー効率（1970年）

資料：第8表，農林業センサス。

ほか、1985）などの産地が相当する。また低位効率地域には、茨城県関城町のなし、千葉県市川市のなし（原田、1976）、神奈川県小田原市と湯河原町のみかんなど果樹の産地とも一致する。これら低位効率地域における主な作物の栽培比率は、水稻・露地野菜・麦類が4:3:2であり、特に露地野菜の値が高い。

第12表 関東地方における作物生産のエネルギー効率と栽培面積の割合

年	エネルギー 効率	投入・産出 エネルギー比	市区町村 数	栽培面積の平均 (%)						
				いも類	水稻	麦類	豆類	果樹	露地野菜	施設作物
1970	高 位	2.7～	6	24	28	32	3	5	9	0.1
	中 位	1.8～2.6	287	5	51	28	4	3	9	0.1
	低 位	0.7～1.7	172	5	38	20	2	7	27	0.5
	極低位	～0.6	1	1	6	1	0	1	90	1.5
	合計・平均		466	6	46	25	3	4	16	0.3
1990	高 位	2.7～	4	39	36	14	2	0	8	0.3
	中 位	1.7～2.6	109	2	66	17	7	1	6	0.3
	低 位	0.7～1.6	245	4	43	12	10	5	25	1.4
	極低位	～0.6	79	5	33	7	7	4	37	6.5
	合計・平均		437	4	47	13	8	4	22	2.0

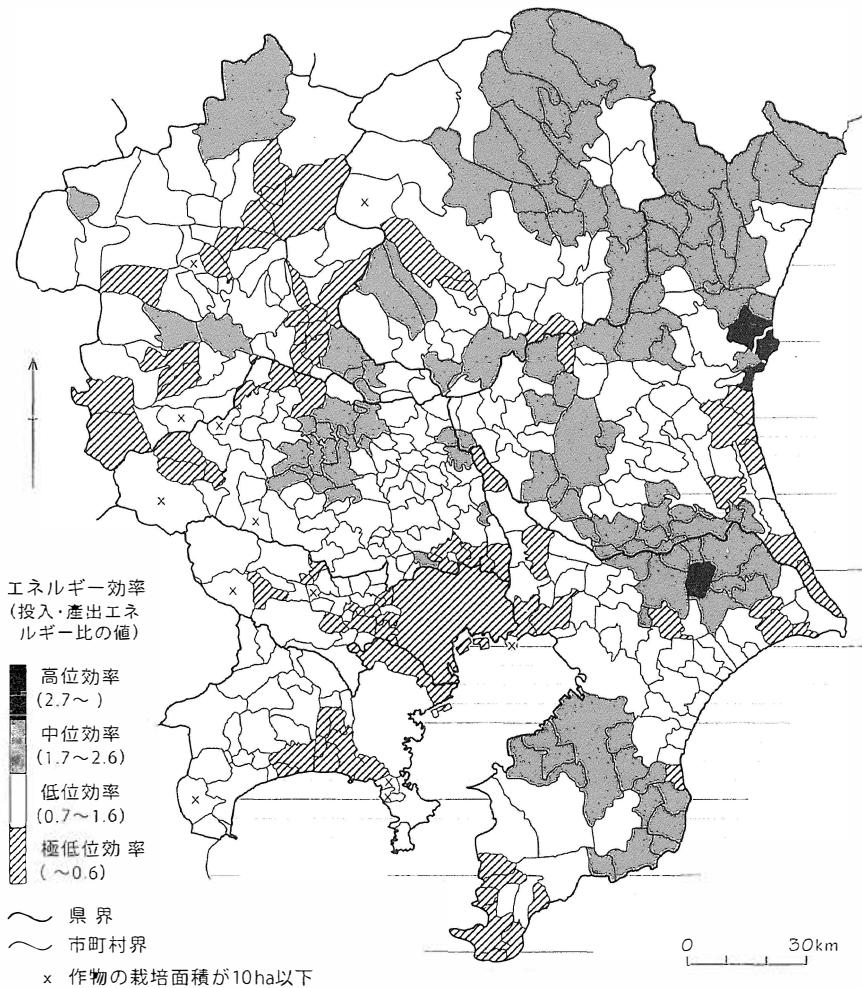
資料：第8表，農林業センサス。

1970年において極低位効率に区分されるのは、埼玉県の豊里村だけである。豊里村における作物の栽培面積の割合は、露地野菜が90%に達する。このように露地野菜に特化していることに加えて、施設作物の値も関東地方平均の約5倍である。豊里村は耕土の深い自然堤防上で、ねぎとほうれんそうと春野菜の畑作三毛作が行われてきた。また、ビニールハウス内ではきゅうりの二期作も行われている（山本ほか，1988）。

以上のように、エネルギー効率から見た1970年の関東地方の農業地域は、都市・都市近郊の低位効率地域、その外縁部の中位効率地域、および外縁部に点在する低位効率地域によって特徴づけられる。中位効率地域では水稻と麦類の栽培比率が高く、低位効率地域では露地野菜と水稻の栽培比率が高い。これら外縁部の低位効率地域は、露地野菜や果樹類などの集約的な農業が盛んな地域と一致する。

4.2.2 1990年のエネルギー効率

第9図は、1990年の関東地方における作物生産のエネルギー効率を示したものである。地域的な作物生産の投入・産出エネルギー比は、茨城県那珂湊市の3.2から茨城県波崎町の0.1までの値をとり、エネルギー効率は高位効率から極低位効率までの4段階に区分される。関東地方全体の作物の栽培面積を見



第9図 関東地方における作物生産の市町村別エネルギー効率（1990年）

資料：第8表，農林業センサス。

ると、割合が高い順番に、水稻、露地野菜、麦類、豆類、いも類、果樹、施設作物となる。同年の全国平均と比較すると、露地野菜、麦類、豆類、いも類の値が高く、水稻、果樹、施設作物の値が低い（第3章第11表）。また、1970年の関東地方の平均と比較すると、水稻、豆類、露地野菜、施設作物の値が高く

なり、麦類といも類の値が低くなった。また、1990年には耕地面積が10ha以下となる市町村が12出現したが、これらは統計に秘匿が多くなること、および小面積で生産される作物の影響が強く出るため、算定から除外することにした。

1990年の地図で目立つのは、極低位効率地域が増加したことである。極低位効率は、投入・産出エネルギー比が0.6を下回る地域であり、79市区町村が相当する。これらの地域は、都市部と都市近郊に連続的に分布するほか、東京より30～100kmの外縁部にも点在する。極低位効率地域における主な作物と栽培比率は、露地野菜・水稻・施設作物が4:3:1となる。露地野菜の割合が高いことに加えて、施設作物も関東地方平均の約4倍と高い値である。極低位効率地域のうち、1970年に低位効率または極低位効率であった地域は57であり、中位効率であった地域は23である。

ここで、極低位効率地域における農業の特徴を概観する。まず、投入・産出エネルギー比の値が最も低い波崎町では、施設作物の栽培比率が35%を占めている。波崎町をはじめ、都市の外縁部における極低位効率地域では、施設作物の栽培面積が50ha以上と広いことが多い。具体的な施設作物として、茨城県旭村と銚田町のメロン（田林ほか、1984；北村、1995）、麻生町のいちご、波崎町のピーマン、協和町のトマト（田林、1993）、栃木県西方村のいちご、群馬県赤堀町・笠懸町・薮塚本町のきゅうりとなす、埼玉県深谷市・本庄市のきゅうりといちご、千葉県旭市のきゅうり・トマト・いちご、館山市のいちごなどが挙げられる。これら施設野菜の大産地の一方で、埼玉県や群馬県の山間部には、耕地の面積が大幅に減少して、耕地に占める低位・極低位効率作物の比率が高くなったために極低位効率地域に区分された市町村が見られる。具体的には、群馬県富岡市、新里村、上野村、甘楽町、埼玉県小野上村、両神村が相当する。これらの市町村の耕地面積は、1970年と比較して9～40%まで減少した。

低位効りに区分される市区町村は、1990年に245に増加した。主な作物と栽培比率は、水稻・露地野菜・麦類・豆類が4:3:1:1となる。1970年の低位効率地域の平均と比較して、水稻、豆類、施設作物が高くなり、露地野菜、麦類、いも類、果樹が低くなった。特に施設作物が大きく増加したこと、および、露地野菜や果樹の産地として挙げた市町村が必ずしも低位効率でなかったことに

特徴がある。豆類の割合が高くなったのは、水田転作作物として大豆が奨励されたためである。低位効率地域のうち、1970 年にも低位効率であった市町村は 104 である。また、1970 年に中位効率であった市町村は 148 であり、高位効率であったのは 3 である。特に群馬県と埼玉県において、多くの市町村が中位効率から低位効率に変化した。そのため、1990 年の地図では、中位効率地域が関東地方の西部を占めるようになった。

中位効率に区分される市町村は 109 に減少した。主な作物と栽培比率は、水稻・麦類が 7:2 になる。また、豆類と露地野菜も 7% に達する。1970 年の値と比較して、水稻、豆類、施設作物で高くなり、麦類、露地野菜、果樹、いも類で低くなった。中位効率地域のほとんど（107 市町村）は、1970 年も中位効率に区分されていた。中位効率が維持されている地域は、茨城県から栃木県北部まで続く八溝山地と阿武隈高地、茨城県南部の利根川沿岸、埼玉県の大宮台地、千葉県北部の常総台地、房総丘陵などである。これらは、水稻単作地帯であるか、あるいは水稻と麦類が高い割合で栽培されている地域である。

高位効率に区分されるのは、茨城県那珂湊市、勝田市（現ひたちなか市）、大洗町、千葉県大栄町の 4 市町である。那珂湊市と大洗町は、1970 年も同様に高位効率に区分されていた。これらの市町における主な作物と栽培比率は、いも類・水稻・麦類が 4:4:1 となる。1970 年の高位効率地域の平均と比較して、いも類、水稻、施設作物で高くなり、麦類、露地野菜、豆類、果樹で低くなった。特にいも類の増加が目立ち、関東地方平均の約 10 倍に達する。ひたちなか市とその周辺市町村では、干しいもの生産が盛んであり、現在でも洪積台地上の畑で加工用かんしょと大麦の二毛作が広い面積で行われている（仁平ほか、2000）。また、大栄町では、夏季に生食用かんしょ栽培に特化した土地利用が見られる。

以上のように、エネルギー効率から見た 1990 年の関東地方における農業地域は、都市・都市近郊の極低位効率・低位効率地域、および、外縁部の低位効率・中位効率地域、さらに、外縁部に点在する極低位効率地域に特徴づけられる。それぞれの効率において栽培面積の割合が高い作物は、中位効率地域では水稻と麦類、低位効率地域では露地野菜と水稻、極低位効率地域では施設作物と露地野菜である。また、外縁部における極低位効率地域は、施設野菜の産地

と一致する場合が多いが、山間部では耕地が減少している市町村も含まれる。

4.2.3 エネルギー効率の変化と栽培作物

関東地方全体の作物生産の投入・産出エネルギー比は、1970年から1990年にかけて1.8から1.1に低下した。エネルギー効率で見ると、中位効率から低位効率へ低下した。個々の作物生産の投入・産出エネルギー比は、20年間で大きな変化は見られないため、地域的なエネルギー効率の低下は栽培作物の変化によるものと考えられる。

第13表は、1970年と1990年の作物の栽培面積を示したものである。栽培面積が増加したのは豆類と施設作物であり、減少したのはいも類、水稻、麦類、果樹、露地野菜である。また、耕地全体の面積は、1970年には80万haであったのが、1990年には50万haまで減少した。これら全体的な数値から見ると、1970年に中位効率であった地域の多くが1990年に低位効率に変化した要因は、水稻が14.1万ha、麦類が13.3万ha減少したことにあると考えられる。また、1990年において極低位効率地域が出現した要因は、施設作物が7千ha増加したことにあると考えられる。

関東地方における施設作物の栽培面積は、1990年においても作物全体の1.8%を占めるにすぎない。しかし、その単位面積あたりに投入される化石燃料エネルギーは、他の作物の20～110倍と非常に大きいため、施設作物の増加は、関東地方全体のエネルギー効率の低下に大きな影響を与えたと考えられる。このことを検証するためには、よりミクロスケールの単位地区を対象とした分析が必要である。

第13表 関東地方における作物の栽培面積の変化

								(1,000 ha)
年	いも類	水稻	麦類	豆類	果樹	露地野菜	施設作物	合計
1970	32	414	213	15	22	105	2	803
1990	16	273	80	31	10	82	9	501

資料：農林業センサス。

4.3 エネルギー効率の低下と作物の組み合わせ

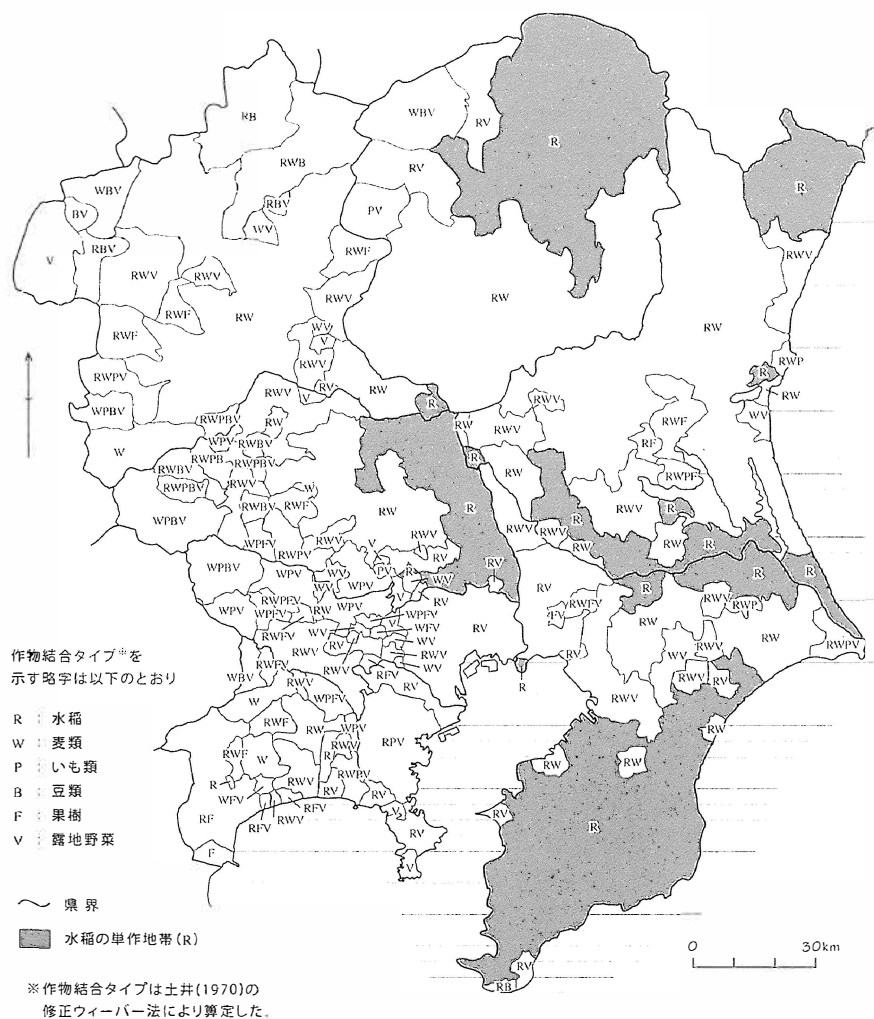
4.3.1 作物結合タイプの空間分布

ここでは、エネルギー効率の各類型で栽培される代表的な作物を市区町村スケールで把握するために、修正ウィーバー法 (Doi, 1959; 土井, 1970) による作物結合タイプを検討する²⁾。作物結合タイプを示す略字は、Pをいも類、Rを水稻、Wを麦類 (雑穀を含む)、Bを豆類、Fを果樹、Vを露地野菜、Gを施設作物とする。算定の結果、第10図に示すように、1970年の作物結合タイプとして31種類が抽出された。最も多いのが水稻と麦類の組み合わせであり、次いで水稻だけの類型である³⁾。作物結合タイプと作物生産のエネルギー効率を比較すると、1970年の高位効率地域においては、茨城県那珂湊市がRWP、大洗町がRW、出島村がRWPF、千葉県東庄町がR、東京都東村山市がWPV、桧原村がWPBVであった。これらの市町村の作物結合タイプには、高位効率作物または中位効率作物が含まれる。特に那珂湊市は、水稻、麦類、いも類という高位効率地域の典型的な組み合わせである。

中位効率地域の作物結合タイプは、RWが最も多く、次いでRとなる。RWが分布するのは、茨城県の北部から西部、栃木県の南部、群馬県の中央部と南部、埼玉県の大宮台地、千葉県の常総台地、および九十九里平野の北部である。一方、Rの分布は、茨城県北部の阿武隈山地、茨城県南部の利根川沿岸の沖積低地、栃木県の北部、埼玉県東部の利根川・中川の沖積低地、千葉県の房総半島と下総台地に分布する。また、中位効率地域のなかでも、群馬県西部、埼玉県西部、東京都西部、神奈川県北部では、麦類と水稻に加えて、豆類、果樹、露地野菜が組み合わせられた多様な作物結合タイプがある。

低位効率と極低位効率地域においては、低位効率作物と中位効率作物を含む作物結合タイプが多く見られる。都市部と都市近郊には、RVの組み合わせが広く分布する。一方、外縁部では、RWV、R、RW、RB、RFなど、水稻を含んだ組み合わせが多い。外縁部でも、群馬県嬬恋村、埼玉県豊里村、神奈川県三浦市などの野菜の大産地では、作物結合タイプに露地野菜が含まれる。

次に、1990年の算定結果を地図化したものが第11図である。1990年の算



第10図 関東地方における代表的な作物の組み合わせ(1970年)

資料：農林業センサス。

定でも、31種類の作物結合タイプが抽出された。最も多い作物結合タイプは、水稲だけの類型、次いで水稲と麦類の組み合わせである。1970年と比較して、1990年の作物結合タイプには、麦類を含むものが減少し、施設作物を含むも

のが出現したことに特徴がある⁴⁾。

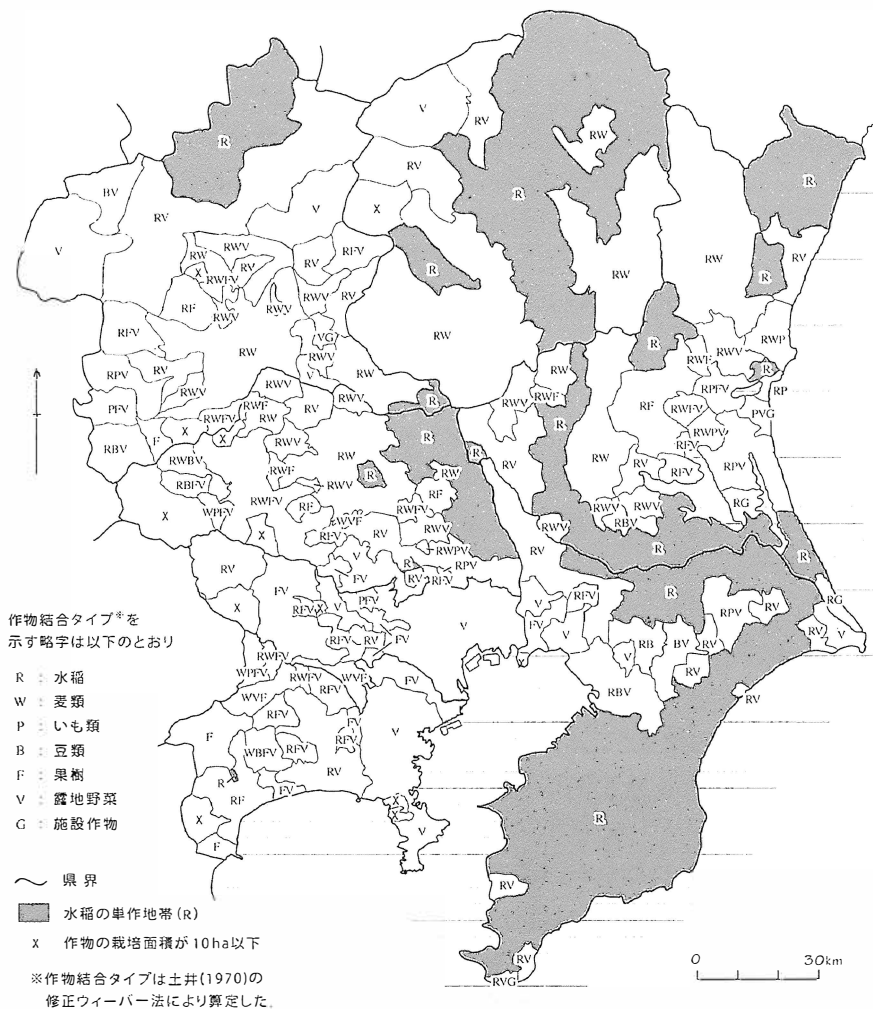
1990 年の極低位効率地域における作物結合タイプを見ると、外縁部では施設作物を含むものが多く、都市と都市近郊では、露地野菜の単作や露地野菜を含んだ組み合わせが多い。施設作物を含む作物結合タイプは、茨城県旭村 (PVG)、麻生町 (RG)、波崎町 (RG)、群馬県藪塚本町 (VG)、笠懸町 (VG)、千葉県の白浜町 (RVG) である。また、外縁部の極低位効率地域には、R、W、B などの中位効率作物や、P などの高位効率作物が組み合わせに含まれる地域もある。例えば、茨城県協和町、神栖町、栃木県西方町、千葉県旭市、館山市、一宮町、富山町、和田町、富浦町である。これらの地域において作物生産のエネルギー効率が低くなったのは、施設作物の面積が増加したためである⁵⁾。

低位効率地域における作物結合タイプには、中位効率作物である R と W、および低位効率作物である V を含む組み合わせが多い。1970 年と異なる点は、R または RW の地域が多くなったことである。その分布を見ると、水稻単作地帯は、千葉県の九十九里平野と安房地域にかけて、水稻と麦類の組み合わせは、栃木県の南部から群馬県の中央部にかけて広がる。露地野菜の単作または露地野菜を組み合わせに含む地域は、都市と都市近郊、および外縁部の露地野菜産地に分布する。また、小田原市などの神奈川県西部には、果樹を含む作物結合タイプが出現した。

中位効率地域における作物結合タイプは、1970 年と同様に水稻単作か、水稻と麦類の組み合わせが多い。しかし、水稻と麦類の組み合わせを示す市町村は大幅に減少した。水稻と麦類の組み合わせは、茨城県の北部から栃木県の東部にかけての八溝山地、および埼玉県の中東部に残存する。水稻の単作は、茨城県北東部の阿武隈高原、茨城県南西部の鬼怒川と利根川の沖積低地、群馬県北部の越後山脈、および房総半島の中央部と千葉県北部の常総台地に分布する。

高位効率地域の作物結合タイプは、茨城県那珂湊市と勝田市の RWP、大洗町の RP、千葉県大栄町の RPV である。いずれの組み合わせも、高位効率作物のいも類と中位効率作物の水稻を含んでいる。1970 年と比較して、いも類に特化した地域が高位効率地域として残存している。特に那珂湊市と大栄町では、いも類の栽培比率がそれぞれ 43%、44% と高くなった。

以上の結果から、関東地方における作物結合タイプと地域的なエネルギー効



第11図 関東地方における代表的な作物の組み合わせ(1990年)

資料：農林業センサス。

率の関係は、次のようにまとめることができる。(1) 高位効率地域の作物結合タイプは、1970年ではR, W, Pを含み、1990年ではRとPを含むことが多い。(2) 中位効率地域では、1970年・1990年ともに、RとRWを含む組み合わせ

が卓越する。(3) 低位効率地域では、1970 年には R と V を含んだ多様な組み合わせが見られたが、1990 年になると、多様な組み合わせに加えて、R または RW が増加した。(4) 極低位効率地域では、都市と都市近郊で V を含む組み合わせが多く、外縁部では中位効率作物である R、W、B や、極低位効率作物である G を含む組み合わせが多い。

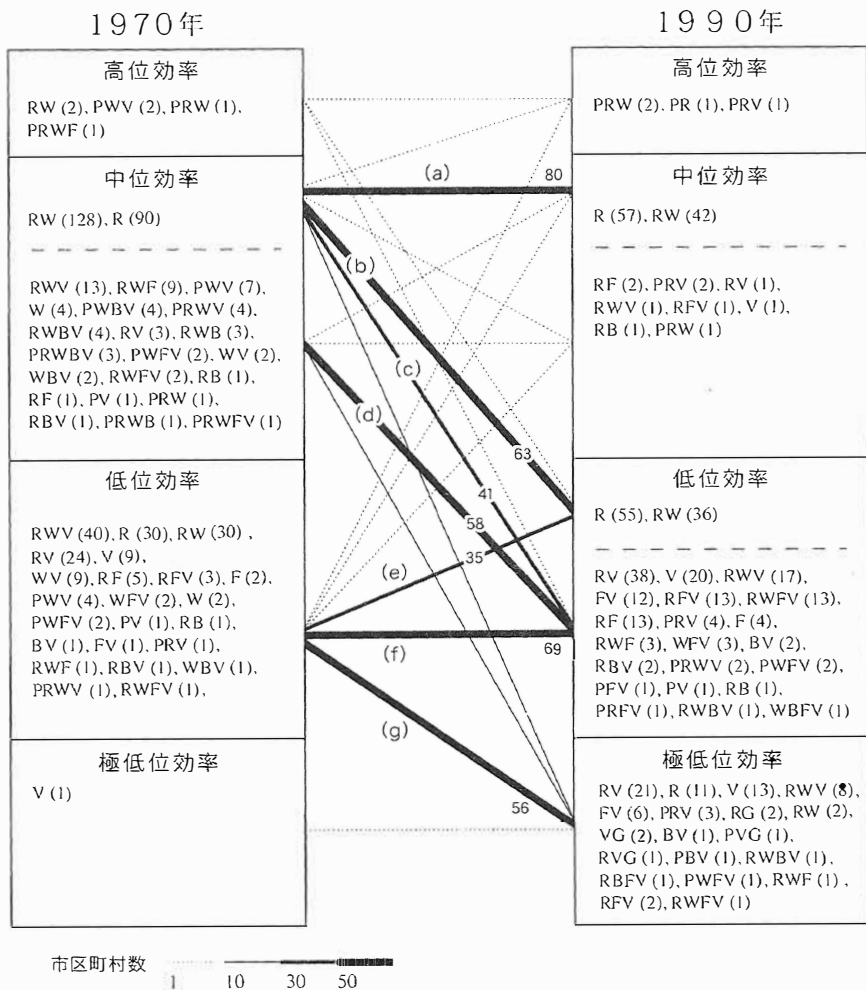
4.3.2 エネルギー効率の低下パターン

第 12 図は、関東地方における市区町村別のエネルギー効率と作物結合タイプの変化を示したものである。分析で取り上げた市区町村数は 1970 年が 466 であり、1990 年が 437 である。まず、1970 年において高位効率に区分された 6 市町村のうち、1990 年になると、三つの市町村（出島村、東庄町、東村山市）が低位効率へと変化した。また、二つの市町（那珂湊市、大洗町）が高位効率のまま変化せず、1 村（桧原村）は耕地面積が 5ha まで減少した。

1970 年において中位効率に区分された市町村は 287 であり、そのうち RW が 128、R が 90、それ以外のタイプ（便宜的に複合型とする）が 69 であった。1990 年になると、RW のうち 31 市町村が低位効率の RW または R へ、44 市町村が低位効率の複合型へと変化した、34 市町村が中位効率の RW のまま推移した。同様に、R のうち 32 市町村が低位効率の R へ変化した、46 市町村が中位効率の R のままで推移した。さらに、複合型のうち 58 市町村が低位効率の複合型へと変化した。作物の栽培比率の変化を見ると、中位効率の R と RW から低位効率の R と RW にそれぞれ変化した市町村では、施設作物が増加している。また、中位効率から低位効率の複合型に変化した市町村では、露地野菜と施設作物が増加し、麦類が減少した⁶⁾。

1970 年において低位効率に区分された市区町村は 172 であり、その多くが R または W を含む複合型である。これらの低位効率地域は、1990 年になると、69 市区町村が低位効率の複合型へ、56 市区町村が極低位効率へとエネルギー効率が低下し、35 市町村は低位効率の R または RW のままで推移した。極低位効率に低下した市町村では、施設作物の割合が著しく高くなった⁷⁾。

以上をまとめると、作物生産のエネルギー効率と作物結合タイプの変化パターンは、次の七つに分けることができる。すなわち、(a) 中位効率の R と



※作物の結合タイプは土井(1970)による修正ウィーバー法により算定した。図中の数値は市区町村数。
作物結合タイプを示す略字は次のとおり：

R 水稻, P いも類, W 麦類, B 豆類, F 果樹, V 露地野菜, G 施設作物。

第12図 関東地方における市区町村の作物結合タイプとエネルギー効率の変化

資料：第8図，第9図，第10図，第11図。

RW から中位効率の R と RW, (b) 中位効率の R と RW から低位効率の R と RW, (c) 中位効率の R と RW から低位効率の複合型, (d) 中位効率の複合型から低位効率の複合型, (e) 低位効率の複合型から低位効率の R と RW, (f) 低位効率の複合型から低位効率の複合型, (g) 低位効率の複合型から極低位効率の複合型である。複合型の作物結合タイプは、効率が低くなるほど露地野菜などの低位効率作物や、施設作物などの極低位効率作物が組み合わせに含まれるようになる。

これらのパターンのなかで、関東地方全体のエネルギー効率の低下に大きく関連したものは、b, c, d, g である。特に、b と g のパターンは、施設作物の増加がエネルギー効率の低下に影響している。また、c と d のパターンは、露地野菜と施設作物の増加、および麦類の減少が影響している。これらのパターンの分布を見ると、b と c は関東地方の北部と東部に、d と g は関東地方の南部と西部に多くなる⁸⁾。すなわち、関東地方において作物生産のエネルギー効率が低下した要因は、(1) 外縁部（北部と東部）において、水稻と麦類の割合が低下し、施設作物の割合が増加したこと、および (2) 都市と都市近郊（南部と西部）において露地野菜と施設作物の比率が増加したことにあるといえる。

4.4 作物生産のエネルギー効率と農業地域区分

本節では、作物生産のエネルギー効率に基づいた農業地域区分と、従来の農業地理学で蓄積されてきた農業地域区分とを比較することから、エネルギー効率によって農業地域区分を行う有効性を検討する。前節までの分析の結果より、関東地方における作物生産のエネルギー効率に変化したパターンは、以下の五つの段階にまとめることができる。

レベルⅠ：高位効率が維持されている地域（中位効率から高位効率に変化した地域を含む）。

レベルⅡ：中位効率が維持されている地域（低位効率から中位効率に変化した地域を含む）。

レベルⅢ：中位効率から低位効率に変化した地域（高位効率から低位効率

に変化した地域を含む)。

レベルⅣ：低位効率が維持されている地域。

レベルⅤ：中位効率と低位効率から極低位効率に変化した地域。

第13図は、これら作物生産のエネルギー効率変化の地域パターンを地図化したものである。レベルⅠは、関東地方の東部に2箇所だけ分布する。これらの地域では、高位効率作物のいも類を中心として、中位効率作物の水稻や麦類が広く栽培されている。レベルⅠに区分される地域を、従来の農業地域区分に対応させると、尾留川(1969)による「近郊周辺商業的農業地域」⁹⁾の水稻・豚・野菜・かんしょ地区に相当する(第14表)。また、山本ほか(1983)の区分では、経済的農業土地生産性の「Medium(中位地域)」¹⁰⁾に対応する。これらの地域では、加工用および生食用のかんしょ栽培が、商業的な農業として維持されてきた。

レベルⅡは、茨城県の北部と南西部、栃木県の北部、埼玉県中央部、千葉県北部と房総半島の中央部など、関東地方の東部を中心に広く分布する。この地域で栽培される主な作物は、水稻の単作か水稻と麦類の組み合わせである。従来の農業地域区分と比較すると、レベルⅡに相当する地域は、山本ほか(1988)による「水田地域」¹¹⁾と一致し、さらに、尾留川(1969)による近郊周辺商業的農業地域と広い面積が重なる。これらの地域で、水稻が広い面積を占めている要因は、圃場整備と機械化の進展により水稻作の省力化が進んだこと、また、住宅地化の進展が都市近郊と比べて遅れたことなどにある。水稻作が卓越する地域では、恒常的な勤務に従事する兼業農家も多く、農業の経済的な生産性はさほど高くない。これらの地域のなかでも積極的に農業経営に取り組んでいる自立経営農家は、なしやれんこんなどの商品作物の栽培や養豚に転換したり(手塚, 1982)、観光果樹園を経営するようになった(田林ほか, 1998)。

レベルⅢは、茨城県の常陸台地、栃木県の南東部と北西部、東毛を除いた群馬県のほぼ全域、埼玉県東部と西部、および東京都と神奈川県山間部など関東地方全域に広く分布する。この地域では、水稻、麦類、露地野菜の割合が高い。レベルⅢに区分される地域でエネルギー効率が低下した要因は、露地野菜が増加したこと、水稻の単作または水稻と麦類の栽培が盛んな地域に



エネルギー効率変化のパターン

- レベル I : 高位効率を維持, または中位効率から高位効率に変化。
- レベル II : 中位効率を維持, または他の効率性から中位効率に変化。
- レベル III : 中位・高位効率から低位効率に変化。
- ▨ レベル IV : 低位効率を維持。
- ▩ レベル V : 中位・低位効率から極低位効率に変化。
- 1990年の作物栽培面積が10ha以下。

第13図 関東地方における作物生産のエネルギー効率と
その変化パターン (1970～1990年)

資料: 第8図, 第9図。

第14表 関東地方における農業地域区分の特色（エネルギー効率と従来の研究の比較）

類型	東京大都市圏 (白浜, 1964)	作物結合型 (尾留川, 1969)	土地生産性 (山本・市南・植嶋, 1983)	多変量解析 (山本・秋本・村山, 1988)	農村空間 (山本・斎藤・田林, 1987)	エネルギー効率
手法・着目点	歴史的基盤 都市化 交通路網	修正ウィーバー法 対全国特化係数 販売首位作物	農業土地生産性 平均値と標準偏差 による階級区分	因子分析 クラスター分析	農村空間の類型化	作物生産の エネルギー効率の変化
データ	京葉地帯の地域研究 農林業センサス (農産物販売、農家数、 畑面積、野菜栽培率)	農業所得統計 農林業センサスなど	農林業センサスの 基準メッシュ	農林業センサス	研究者による農村調査 文献、資料など	産業連関表 作物生産費 農林業センサスなど
年	1960	1965・1966	1975	1980	1985	1970・1990
地域区分	都市化過熟地域 都市化進展地域 都市化進出地域 都市化未熟地域 農業崩壊地域 農業不安定地域 農業上向地域 農業進展期待地域	近郊農業地域 近郊周辺商業的農業 地域 養蚕地域 山間工芸作物地域 暖地・高冷地果樹・ 輸送園芸地域 周辺水稲・乳牛地域	Very High High Medium Low	都心 都市農業地域 近郊農業地域 中郊農業地域 輸送園芸地域 畑作・水田地域 畜産地域 恒常的勤務兼業農山村 地域 工芸作物地域 水田地域 恒常的勤務兼業水田地域 農業不振地域	都市農村空間 郊外農村空間 都市周辺農村空間 後背農村空間 農業卓越農村空間 (農業自立) 農業卓越農村空間 (自給農業・商業的農業・ 不安定農業) 農業卓越農村空間 (自給農業・商業的農業・出稼ぎ) 出稼農村空間(過疎農村) 自営兼業農村空間	レベルⅠ レベルⅡ レベルⅢ レベルⅣ レベルⅤ
空間パターン	中心と周辺 南北・東西性 (十字構造)	中心と周辺 東西性	同心円構造	同心円構造 東西性	同心円構造	中心と周辺 東西性

において、施設作物が増加したことにある。レベル III は広域的に展開するため、その特徴を一概に指摘することは困難であるが、第一次産業による経済活動が衰退傾向にある地域が多く含まれると予想される。

従来の農業地域区分におけるレベル III の地域は、山本ほか (1987) による「後背農村空間」と「出稼農村空間」とほぼ一致する¹²⁾。後背農村空間では、たばこやこんにゃくいもなどの工芸作物の栽培と養蚕が盛んである。しかし、農業収入を補うために、土木工事などの不安定賃労働に頼らなければならない機会も多かった。また、出稼農村空間では、若年労働力が流出して過疎になった地域も多い。特に中山間地域では、エネルギー革命以前の 1960 年代までは、製炭や育林などの森林資源を活用する産業によって人口が維持されていた。その後には始まったしいたけやなめこなどの栽培は、かつての木炭ほどの収入は上がっていない。

レベル IV は、神奈川県の一部、東京都の西部、千葉県の一部に連続的に分布する。また、都市の外縁部においても、茨城県の西部、栃木県の南部、群馬県の南部と西部、埼玉県の一部など、露地野菜の大規模な産地に一致する。レベル IV に区分される地域では、1970・1990 年ともに露地野菜の割合が平均よりも高く、かつ 1990 年には施設作物の割合が高くなった。この地域は、外縁部における露地野菜産地の形成事例を考慮すると、1970～1990 年にはエネルギー効率に変化しなかったものの、1970 年以前にすでにエネルギー効率が低下していた市町村が多く含まれると考えられる。

従来の農業地域区分におけるレベル IV は、都市および近郊の農業地域区分と広い面積が一致する。具体的には、白浜 (1964) による「都市化地域」¹³⁾、尾留川 (1969) による「近郊農業地域」、山本ほか (1988) による「都市農業地域」と「近郊農業地域」および、山本ほか (1987) による「都市農村空間」と「郊外農村空間」である。これらの地域は、1960 年代以降の都市化の影響の下で、それまでの野菜供給産地としての役割を輸送園芸地域に譲った (白浜, 1964)。都市・都市近郊に位置する農家のなかには、マンション、アパート、駐車場、スポーツ施設などに農地を転用するものが増えた (Saito and Kanno, 1990)。残存した農地は、切花、観葉植物、軟弱野菜など、集約的な園芸農業で最大限に活用されるようになった (尾留川ほか, 1967)。一方、都市の外縁部に

におけるレベルⅣの地域は、露地野菜などの園芸農業が盛んであり、これは、山本ほか(1983)による経済的な農業土地生産性が最も高い地域とほぼ一致する。

レベルⅤは、東京都区部とその周辺、および関東地方の外縁部に点在する。これらの地域では、施設作物と露地野菜の栽培面積の割合が高いことに特徴がある。従来の農業地域区分と比較すると、東京都区部と周辺に展開するレベルⅤは、都市農業地域や都市農村空間に相当する。そこは、ツマミナの年8作など、最も集約的な露地野菜栽培が始まった地域でもある(斎藤ほか, 2001)。一方、外縁部に点在するレベルⅤは、山本ほか(1983)による経済的な農業土地生産性が最も高い地域、および、山本ほか(1988)による中郊農業地域とほぼ一致する。また、群馬県や埼玉県の間山部に点在するレベルⅤは、山本ほか(1987)による出稼農村空間と一致し、農業の衰退地域となっている。

以上のように、作物生産のエネルギー効率から見た関東地方の農業地域構造として、(1) 中心と周辺、および(2) 東西性を強調する空間構造が確認できる。(1)のパターンは、都市と都市近郊に分布するレベルⅣとレベルⅤより見いだされる。また、(2)のパターンは、東部を中心に広がるレベルⅡと、西部を中心に広がるレベルⅢより見いだされる。また、最もエネルギー効率が低いレベルⅤは、都市部と外縁部に点在しており、(1)のパターンを特徴づけるものである。このような空間的な配置は、従来の農業地域区分の結果を裏付けるものであり、エネルギー効率という指標が農業の地域構造を分析するための指標として活用できることを示すものである。

4.5 第4章のまとめ

本章では、作物の種類や栽培方法の違いによって、地域的な作物生産のエネルギー効率がいかに変化するかを、1970年と1990年の関東地方の事例から明らかにした。さらに、エネルギー効率の視点により、関東地方の農業地域構造を抽出することを試みた。

作物生産のエネルギー論的な効率を示す指標が投入・産出エネルギー比(産出/投入)である。ここでは、関東地方の市町村を単位地区として、1970年の

作物栽培にエネルギー効率を算定した。その結果、1970年における関東地方の農業地域は、都市・都市近郊の低位効率地域（投入・産出エネルギー比：0.7～1.7）、外縁部の中位効率地域（1.8～2.6）、および外縁部に点在する低位効率地域に特徴づけられた。中位効率地域では水稲と麦類の栽培比率が高く、低位効率地域では水稲と露地野菜の栽培比率が高かった。また、外縁部の低位効率地域は露地野菜や果樹類など、集約的な園芸農業が盛んな地域と一致した。

1990年における関東地方の農業地域は、都市・都市近郊の極低位効率（投入・産出エネルギー比：0.6以下）と低位効率地域（0.7～1.6）、外縁部の低位効率地域と中位効率地域（1.7～2.6）、および外縁部に点在する極低位効率地域に特徴づけられた。中位効率地域では水稲と麦類、低位効率地域では水稲と露地野菜、極低位効率地域では露地野菜と施設作物の栽培比率が高かった。外縁部の極低位効率地域は、施設作物が盛んな市町村と一致することが多いが、耕地が減少した山間部の市町村も含まれる。

次に、1970年と1990年の結果を比較することにより、農業地域のエネルギー効率の変化とその空間分布を考察した。その結果、関東地方における農業地域のエネルギー効率の低下度は、次の5段階に区分できた。レベルⅠは、高位効率が維持されているか、中位効率から高位効率へ変化した地域、レベルⅡは、中位効率が維持されているか、低位効率から中位効率に変化した地域、レベルⅢは、中位・高位効率から低位効率へ変化した地域、レベルⅣは、低位効率が維持されている地域、レベルⅤは、極低位効率が維持されているか、低位・中位効率から極低位効率に変化した地域である。

これらの区分に基づいた関東地方の農業地域構造は、東部を中心に展開するレベルⅡ、西部を中心に展開するレベルⅢ、および東京都を中心とするレベルⅤとレベルⅣにより特徴づけられる。また、外縁部に点在するレベルⅤは、施設野菜の産地などの経済的な土地生産性が高い地域に加えて、耕地が減少を続けている山間部と一致する。これらの地域の分布より、関東地方の東西性と同心円構造が強調された農業地域構造が抽出できた。以上の結果は、従来の地理学の成果を裏付けるものであり、地域的なエネルギー効率は、農業地域の時間的・空間的変化の特徴を把握するための指標として使用可能であると考えられる。ただし、時間的・空間的な変化の要因を説明するためには、栽培作物の

種類と割合、および作物の組み合わせなどの統計分析だけでは不十分であり、産地の事例に基づいたデータが必要である。

注

- 1) ここでいう地域構造とは、小さな単位地域が集合して大地域を構成し、全体として一つのまとまりを構成する地域である（手塚, 1991; 仁平, 2007）。
- 2) 修正ウィーバー法による作物結合タイプは、ウィーバー法（Weaver, 1954 a, b）と同様に、平均を求める式に作物の栽培比率（または面積）を代入することで計算できる。したがって、作物結合タイプは、基本的には首位作物の栽培比率によって決定されるが、その値は作物の数によって変化する。ここで詳細な説明は省略するが、例えば、関東地方の分析で取り上げた7種類の作物の場合、1種類の作物で作物結合タイプが決定するためには、首位作物の栽培比率が71%以上であることが十分条件であり、56%以上であることが必要条件となる。しかし、2種類以上の作物で組み合わせが決定する場合、それぞれの作物の栽培比率の範囲を確定するのは難しい。このような修正ウィーバー法による作物結合タイプは、日本では従来、土井（1970）の対応表を使用して計算されてきた。しかし、現在では、パソコンの表計算ソフトを使用することによって、作物結合タイプを容易に算定できるようになった。修正ウィーバー法を用いた最近の研究として、Saito et al. (2000) が挙げられる。この研究では、ウィーバー以降行われてこなかったカンザス州における作物結合タイプを、1964, 1974, 1987, 1997年のデータで算定した。その結果、冬小麦地帯のなかでも、とうもろこしやアルファルファなどの灌漑作物が結合タイプに出現したことが明らかになった。
- 3) 修正ウィーバー法により1970年の関東地方における作物結合タイプを算定した結果、市町村数が多い順より、次の組み合わせとなった：RW（市町村数：160）、R（120）、RWV（53）、RV（27）、WPV（13）、WV（11）、V（10）、RWF（10）、W（6）、RF（6）、RWPV（5）、WPBV（4）、RWBV（4）、WPFV（4）、WBV（3）、RFV（3）、RWB（3）、RWFV（3）、RWPBV（3）、WV（2）、F（2）、RB（2）、PV（2）、RWP（2）、RBV（2）、BV（1）、FV（1）、RPV（1）、RWPB（1）、RWPF（1）、RWPFV（1）。
- 4) 修正ウィーバー法によって1990年の関東地方における作物結合タイプを算定した結果、市町村数が多い順より、次の組み合わせとなった：R（市町村数：123）、RW（80）、RV（60）、V（34）、RWV（26）、FV（18）、RFV（16）、RF（15）、RWFV（14）、RPV（10）、F（4）、RWF（4）、BV（3）、RWP（3）、WV（3）、RB（2）、VG（2）、RG（2）、RBV（2）、PFV（2）、RWPV（2）、RWBV（2）、WPFV（2）、RP（1）、PV（1）、PBV（1）、PVG（1）、RVG（1）、

RPFV (1), RBFV (1), WBFV (1)。1970 年と比較して、1990 年だけに見られる組み合わせは、VG, RG, PFV, RP, PV, PBV, PVG, RVG, RPFV, RBFV, WBFV の 11 種類である。また、1990 年になくなった組み合わせは、WPV, WV, W, WPBV, WBV, RWB, RWPBV, PV, RWPB, RWPF, RWPVF の 11 種類である。

- 5) 作物結合タイプに施設作物を含まない外縁部の極低位効率地域において、施設作物の割合の平均は 9% であった。最大は富浦町の 14% であり、最小は西方町の 7% であった。これらの値は、関東地方の平均よりも 4 ～ 7 倍ほど高いものの、修正ウィーバー法の組み合わせに含まれるほどではない。
- 6) 1970 年から 1990 年にかけて、(1) 中位効率の RW から低位効率の RW または R に変化した 31 市町村について、作物の栽培割合の変化を見ると、施設作物が 0.2% から 1.7% へ、豆類が 1% から 5% へと増加した。また、麦類は 40% から 35% へと微減し、水稻は 49% から 50% へとほぼ横ばいであった。同様に、(2) 中位効率の RW から低位効率の複合型に変化した 44 市町村では、露地野菜が 9% から 21% へ、水稻が 37% から 46% へと増加し、麦類が 41% から 14% へと減少した。(3) 中位効率の R から低位効率の R と変化した 32 市町村においては、施設作物が 0.3% から 1.7% へ、豆類が 1% から 4% へと増加した。また、麦類が 11% から 4% へ、いも類が 3% から 1% へと減少し、水稻は 75% から 78% とほぼ横ばいであった。(4) 中位効率の複合型から低位効率の複合型に変化した 58 市町村においては、露地野菜が 19% から 36% へ、豆類が 7% から 18% へ、施設作物が 0.1% から 1.4% へと増加した一方で、麦類が 31% から 9% へと減少した。
- 7) 1970 年から 1990 年にかけて、低位効率から極低位効率に変化した地域における作物の栽培面積を見ると、施設作物が 1.0% から 7.8% へ、露地野菜が 31% から 40% へと増加した。一方で、麦類が 15% から 6% へ、いも類が 5% から 3% へと減少した。なお、1970 年において極低位効率に唯一区分された豊里村は、1973 年に深谷市と合併した。1990 年の深谷市における主な作物の栽培比率は、露地野菜 54%、水稻 25%、麦類 14%、施設作物 6.5% であり、極低位効率に区分される。
- 8) パターンごとの市区町村数を県ごとに見ると、パターン b では、千葉 (市区町村数: 19)、栃木 (17)、埼玉 (15)、群馬 (7)、茨城 (5) となり、パターン c では、群馬 (14)、茨城 (13)、埼玉 (8)、千葉 (3)、神奈川 (3) となる。また、パターン d では、群馬 (14)、埼玉 (14)、東京 (13)、茨城 (8)、神奈川 (5)、栃木 (2)、千葉 (2) となり、パターン g では、千葉 (15)、東京 (11)、群馬 (10)、神奈川 (9)、埼玉 (6)、茨城 (3)、栃木 (2) となる。
- 9) 尾留川 (1969) は、修正ウィーバー法による農業地域区分を基にして、栽培作物の特化係数と首位作物の種類を考慮することから、関東地方の農業地域を七つの大分類、18 の小分類に区分した。その結果、関東地方の東西性、中心と周辺の構造を強調したパターンが認められた。近郊周辺商業的農業地域は、関東地方東部に広く分布する農業地域である。

- 10) 山本ほか(1983)は、経済的な農業土地生産に注目して、関東地方の農業地域を最高位地域から低位地域までの4段階に区分し、都心を中心とする同心円構造を抽出した。経済的農業土地生産性の中位地域は、都心から60～80kmの距離に位置する。
- 11) 山本ほか(1988)は、因子分析とクラスター分析を利用して、関東地方を12の農業地域に区分した。その結果、同心円構造と東西性が強調されるパターンが導き出された。この研究によると、水田地域は、栃木県北部から茨城県南部、房総半島に分布する。
- 12) 山本ほか(1987)は、農村調査、文献、統計資料に基づいて、関東地方を九つの農村空間に区分した。その結果、東京を中心とする同心円構造を強調するパターンが抽出されたが、後背農村空間と出稼農村空間は、最も外縁部に位置する。
- 13) 白浜(1964)は、京葉地帯の地域研究と「農業センサス」を資料として、歴史的基盤、都市化、交通路網を考慮して、東京大都市圏を中心とする中心と周辺、および南北・東北性という農業地域のパターンを見いだした。また、都市化の程度によって、都市部を4地域、農村部を4地域に区分した。

文献

- 北村修二(1995): 大都市周辺地域茨城県旭村における農業の存立形態。北村修二『日本農業の変容と地域構造』大明堂, 137-171。
- 斎藤 功・沢沢文雄・池田一雄(1985): 三浦半島における野菜生産の発展と農業経営。人文地理学研究, 9, 95-124。
- 斎藤 功・佐々木緑・大森祐美(2001): 茨城県南部へのつまみ菜の伝播と契約栽培 — 近郊農業の転移現象 —。人文地理学研究, 25, 101-123。
- 白浜兵三(1964): 京葉地帯の農業地域構造 — 大都市圏の農業地域に関する研究 —。千葉大学教育学部研究紀要, 13, 127-202。
- 竹内常行(1975): 九十九里平野, 特に樺海干拓地の島畑景観について。地理学評論, 48, 445-458。
- 田林 明(1993): 茨城県協和町における施設園芸の発達 — 首都圏外縁農村地域の一事例 —。人文地理学研究, 17, 1-31。
- 田林 明・菊池俊夫・金 建錫・尾藤章雄(1984): 鉾田町における農業の展開。地域調査報告, 6, 1-23。
- 田林 明・菊池俊夫・丸山浩明・安 在鶴(1988): 茨城県波崎町における園芸農業の発展と地域分化。地域調査報告, 10, 181-217。
- 田林 明・李 鎔・武田涼一・横山 智・国澤恒久・岡本友志・斎藤實信・松井圭介(1998): 常陸太田市における郊外農村の存立基盤。地域調査報告, 20, 115-163。
- 手塚 章(1982): 茨城県出島村下大津における自立型農業経営の地域的性格。地理学評論, 55, 814-833。

- 手塚 章 (1991): 地域的観点と地域構造. 中村和郎・手塚 章・石井英也『地理学講座 第4巻 地域と景観』古今書院, 107-184.
- 土井喜久一 (1970): ウィーバーの組み合わせ分析法の再検討と修正. 人文地理, **22**, 485-502.
- 仁平尊明 (2007): 地域構造を把握する. 松岡憲知・田中 博・杉田倫明・村山祐司・手塚 章・恩田裕一編『地球環境学 ― 地球環境を調査・分析・診断するための30章 ―』古今書院, 113-116.
- 仁平尊明・岡本友志・藤永 豪・三村太郎・大森祐美・森本健弘 (2000): 茨城県ひたちなか市におけるサツマイモ生産・流通の地域的性格. 地域調査報告, **22**, 133-169.
- 森本健弘・小野寺 淳・中西僚太郎 (1990): 茨城県八千代町栗山地区における野菜産地の形成. 地域調査報告, **12**, 101-128.
- 原田敏治 (1976): 千葉県市川市における市街地化と農地転用. 地理学評論, **49**, 616-631.
- 服部 勉 (1972): 『大地の微生物』岩波書店, 189p.
- 尾留川正平 (1969): 関東地方における野菜園芸地域. 東京教育大学地理学研究報告, **8**, 201-213.
- 尾留川正平・山本正三・佐々木博・金藤泰伸・朝野洋一・高橋伸夫・斎藤 功 (1967): 大都市圏における市街地農業の生態 ― 東京西郊小金井市の事例 ―. 地学雑誌, **76**, 229-256.
- 堀内久太郎 (1995): 低コスト稲麦二毛作経営. 米麦改良, **94**, 25-36.
- 丸山浩明 (1991): 群馬県嬬恋村における輸送園芸農業の特質. 山本正三編著『首都圏の空間構造』二宮書店, 360-370.
- 山本正三・秋本弘章・村山祐司 (1988): 関東地方の農業地域構造. 人文地理学研究, **12**, 139-163.
- 山本正三・市南文一・植嶋卓巳 (1983): 農業土地生産性からみた関東地方の農業空間構造. 地理学評論, **56**, 607-623.
- 山本正三・斎藤 功・田林 明 (1987): 関東地方の農村空間. 山本正三・北林吉弘・田林 明共編『日本の農村空間 ― 変貌する日本農村の地域構造 ―』古今書院, 78-95.
- Doi, K. (1959): Industrial structure of Japanese Prefecture. *Proceedings of I. G. U. Regional conference in Japan*, 310-316.
- Saito, I. (1996): Changing sustainable conditions of commercial farming systems: potted flower cultivation in a settlement in the central Kanto Plains, Japan. In "Geographical perspectives on sustainable rural systems: proceedings of the Tsukuba international conference on the sustainability of rural systems" (edited by Sasaki, H., Saito, I. and Morimoto, T.), Tokyo: Kaisei, 251-261.
- Saito, I. and Kanno, M. (1990): Development of private sports facilities as a side business of urban farmers. *Geographical Review of Japan*, **63B**, 48-59.
- Saito, I., Yagasaki, N., Nihei, T., Hirai, M. and Futamura, T. (2000): Changes of crop combination regions and land use in Kansas High Plains. *The Science Reports of the Institute of Geoscience*,

University of Tsukuba, Section A, **21**, 107-129.

Weaver, J. C. (1954a): Crop-combination regions for 1919 and 1929 in the Middle West. *The Geographical Review*, **44**, 560-572.

Weaver, J. C. (1954b): Crop-combination regions in the Middle West. *The Geographical Review*, **44**, 175-200.