

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 5 月 25 日現在

機関番号：13901

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2012

課題番号：22658068

研究課題名（和文） ポリネーションと農業生産力に関する実証的研究：農業技術と生態環境の結節

研究課題名（英文） An Empirical Study on agricultural productivity and pollination

研究代表者

淡路 和則 (AWAJI KAZUNORI)

名古屋大学・大学院生命農学研究科・准教授

研究者番号：90201904

研究成果の概要（和文）：農業生産とポリネーションについて、蜜蜂を対象として養蜂と土地利用型農業との部門間関係を農業経営の実態調査から分析し、農業生産力の概念を再考した。ナタネの作付を蜜源として評価し、レンゲの肥料作物と蜜源作物の二面性から、稲作と養蜂の経済関係の変化を明らかにした。ポリネーターとしての蜜蜂の生態環境と農業的土地利用の相互関係を事例調査から捉え、農業生産力の構成要素に生態環境を含める意義を提示した。

研究成果の概要（英文）： This study focuses on the relation between agriculture and apiculture in order to consider the importance of pollinators. To know the economic situation of apiculture, the rapeseed production is evaluated as a nectar supply. The further analysis of the decreasing of planting astragalus, milk vetch, shows that the economic relation between rice production and apiculture has changed. Through analyzing some competitive or complement relations between crops, the concept of agricultural productivity could be reconsidered from the ecological and environmental perspective.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	800,000	0	800,000
2011 年度	900,000	270,000	1,170,000
2012 年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	2,500,000	510,000	3,010,000

研究分野：農業経営学

科研費の分科・細目：社会経済農学・経営経済農学

キーワード：農業生産力、農業経営、ポリネーション、養蜂、生態環境

1. 研究開始当初の背景

CCD（蜂群崩壊症候群）、蜜蜂の大量死によって、改めてポリネーションの重要性が社会的に認識され、2008 年アメリカ農業法案にも問題提起がなされている。かつて Rachel Carson は、「沈黙の春」で授粉昆虫が消滅し

て「花粉交配が行われず果実の実らない秋」が来ることを警告したが、それが現実味を帯びてきたことは、Rowan Jacobsen が“Fruitless Fall”で著している通りである。こうした重要性に関わらず、これまで蜂および養蜂に関する研究は自然科学においても社会科学においても手薄であった。

このような問題提起から改めて農業経済学・農業経営学の展開を省みると、農業生産量に関わる理論構築の基本作目は穀物であったといえる。そこでは、主として風媒によって収穫物がもたらされることからポリネーションを問題としてこなかった。虫媒の作物種の方がはるかに数が多いのにもかかわらず、ポリネーションが農業生産力の決定的なファクターとなっていることは意識されてこなかったのである。

他方、近年生物多様性が重要課題としてあげられるようになってきているが、多様性を保持することが目的となっており、農業生産力との関わりを深めるものはないといえる。

そこで本研究では、ポリネーションを取り込んで農業生産力概念を再構成することを目的とする。

2. 研究の目的

ポリネーション（授粉）は虫媒の農産物にとって収量を大きく左右する要因にもかかわらず、これまで農業経営経済研究ではほとんど見過ごされてきた。本研究は、花粉媒介昆虫としての蜂を対象に、それを農業生産力の構成要素として位置づけ、ポリネーションの経済的評価を行うとともに、ポリネーションを組み入れた農業生産力概念を再構成することを目的とする。

ここでは、「生態系の弱点」といわれる花粉媒介昆虫の役割と維持に着目することによって、農業における物質循環と生態系保全の両研究を融合させ、持続可能性を追求する。

さらに、風媒の穀物等とは異なり、虫媒作物の生産力のボトルネックとなるポリネーターを適正に維持する環境と農業技術といった新たな観点から農法を検討する。

3. 研究の方法

ポリネーターとして蜜蜂をとりあげ、文献・資料を用いてこれまでの自然科学的知見を総括して養蜂の意義を整理するとともに、あまり明らかにされていない養蜂業の実態を解明する。

次に、養蜂と農業生産の関係について事例調査を行ない、農業生産における養蜂業と農業の部門間関係を明らかにする。その上で養蜂の総合的経済的評価を行い、農業生産への寄与について考察する。

以上を踏まえ、地域的な栽培技術、作付順序、作目の多様性、土地利用と蜜蜂の生態の関係を把握したうえで、ポリネーションを組み込んだ農業生産力概念を提示し、生態的環境維持を組み込んだ農法について実態調査を踏まえて考察を行なう。

4. 研究成果

(1) 土地利用型作物の蜜源としての評価

養蜂と土地利用型農業の関係をみるために、まず蜜源としての作物の評価を試みた。養蜂業にとって蜂蜜の採取は、蜜蜂を媒介としてなされるものであり、結果として受粉を通じて農業生産と養蜂業の補完関係がクローズアップされてくる。

そこで本研究では、第一に菜の花をとりあげ蜜源として経済的に評価し、第二に蜜を供給する養蜂業と菜の花栽培の関係について考察した。第一点目については、熊本県八代市の事例を調査して実態を把握し、第二点目については、文献等の情報を収集して整理した。

① 菜の花の蜂蜜

菜の花の蜂蜜は、供給量が多くないものである。採蜜が始まる3月頃はミツバチが活発に動き回るにはまだ気温が低いことや、菜の花が一番早く咲く採蜜花であるため、冬を越してこの時期に合わせてミツバチの活発な蜂群をつくるのが難しいためである。換言すれば、春の最初の花に合わせて蜂群をつくる技術がなければ経済行為としての採蜜はできないことになる。

② 八代での菜の花栽培の取り組み

熊本県八代市では、7戸の農家が「やつしろ菜の花部会」を設立し、「九州新幹線沿線に菜の花畑を」という目標を掲げて、ナタネの生産に取り組んでいる。八代は、い草の生産地帯でもあり、土地利用の面から、い草-ナタネ-米の作付体系の確立を目指している。また、菜の花米として米のブランド化を図り、ナタネの搾り粕等からぼかし堆肥をつくって施与するという高付加価値型の循環農業を目指している。

2008年は7戸で13haのナタネの播種を行った。この地域の農地の3分の1は干拓地であり、湿害がしばしば起こるため単収は高いとはいえない。2009年の収穫は、ゼロに近い圃場もあり、100Kg/10aの水準にとどまった。客土、暗渠排水等を行い条件がそろえば230Kg/10aの単収を記録したこともある。搾油は地元で搾油所があり、そこに委託している。

③ 蜜源としての菜の花の評価

採蜜は、八代市内の養蜂業者に依頼し、そこから蜂蜜を買い取る形をとっている。2008年は、15haの作付面積で約250Kgの蜂蜜を採取した。蜂蜜は、180g瓶が1200円、480g瓶が3000円である。養蜂業者から買い取る価格は、それぞれ800円、2000円である。従って、15haの菜の花からは、156万円から166万円の売上高がもたらされ、仕入れ価格を差し引いた粗利益は、52万円から55万円とな

る。10a 当りに換算すると、売上高は 10 万円から 11 万円、粗利益は 3.4 万円から 3.7 万円となる。

以上は、ある自然条件のもとでの成果として捉える必要がある。蜜の賦存量は天候に大きく左右されるため、同じような開花状態であっても降雨量や日照時間によって蜜の生成量が大きく異なる。

次に養蜂業の側から経営的にみて、菜の花の採蜜を行う最低面積について明らかにしておきたい。花の面積に対してどれだけの巣箱を置かかということについては、上記のように天候が大きなファクターとなるため必ずしも定まった指標がある訳ではない。しかしながら、大凡の目安ということで養蜂業者にヒアリングしたところ、20a に 1 箱くらいが目安になっていると考えられた。そして、作業効率から採蜜を行う条件として 15~20 箱の作業量が最低あることが挙げられた。従って、20a に 1 箱の割合としてこの最低作業量から最低作付面積を算出すると、3~4 ha となる。

④ 養蜂業の菜の花栽培に対する貢献

虫媒によって結実する作物の収量は、昆虫に依存していることになる。そのポリネーターとしての役割を評価することは極めて重要である。しかしながら、農作物の収量と蜂の関係についての研究は、部分的に行われてはいるものの多くはなく、蓄積が乏しい状況にある。

アメリカでの研究報告には、いくつかの作物について蜜蜂のポリネーション効果が報告されている。例えばりんご、ブルーベリー、ニンジン、ブロッコリー、ヒマワリなどはミツバチの貢献度が極めて高く、産出額の 9 割に相当するとされている。ナタネも 9 割近い割合を示している。

日本におけるミツバチの貢献度の研究は、農林水産省畜産試験場はじめいくつかの実験報告がなされている。網室または訪花制限でコントロールする実験である。実験方法や期間についての条件等をそろえた比較実験ではないために作物間の比較はできないが、訪蜂区と無蜂区とでは結実割合に違いがあることは明らかであり、ミツバチの貢献は無視できない。

以上のアメリカでの研究報告と日本での研究報告を合わせると、収量にミツバチの存在が大きく関与している作物が多いことが指摘できる。

従って、作付面積とバランスのとれたミツバチ等の昆虫が生息していることが、収量を得るための条件となるといえる。

④ 農業生産力についての再考の必要性

蜂の大量死、アメリカでの蜂群崩壊症候群が問題視され、日本でも東北、北海道等で蜜蜂の大量死が起きた。ネオニコチノイド系農

薬が原因であるか否かの議論があるが、本研究はその因果関係を分析するものではない。

しかしながら、この問題は地域農業全体のあり方を考え直すよい契機となったといえる。稲作で使われた農薬が生態系の変化を通して後作の生産に影響を及ぼす恐れがあることは十分に認識しなければならない。つまり、農作業技術と環境条件との関係を通して、全生産活動の生産力をみる必要がある。

これまでの農業生産力の研究は主として穀物を念頭に置くことが多く、その穀物が風媒によって収穫が得られる作物であったがために、虫媒の作物についてあまりにも当たり前のごとく虫媒を所与のものとしてみてきた。従って、農業経済学の生産力の議論も土地利用と労働力利用を基本に据えており、昆虫の介在にはあまり注意を注いでこなかった。また、経済学では農作物生産と養蜂を外部効果として単純化して位置づけてきた。農業生産と養蜂の関係について実証研究を積み重ねて、新たな観点から生産力の議論を構築する必要性が認識される。

(2) 蜜源作物生産と養蜂の関係

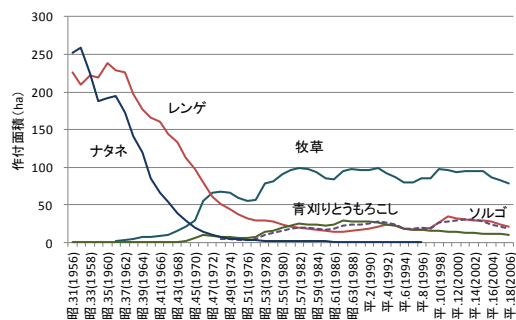
① 蜜源作物の減少と部門間関係の変化

蜜源の豊富さは農業的土地利用に規定される。そこで蜜源となる代表的作物であるレンゲとナタネの作付面積をみると第 1 図のようになっている。

戦後は昭和 30 年代前半に両作物とも作付面積がピークとなり、高度成長期を通して激減している。レンゲは昭和 35 年にピークとなり 24 万 ha に近い作付面積があったが昭和 50 年にはピーク時の 10% を切り、その後は増加する時期もみられるが 2 万 ha の水準で推移している。ナタネは昭和 32 年に 26 万 ha 近い作付面積でピークとなったが、レンゲと同様に激減し、昭和 45 年にはすでにピーク時の 10% を切っている。

替わって田での作付けが伸びたのは、飼肥作物では牧草、青刈りとうもろこし、ソルゴである。転作等の政策の影響があるが、肥料作物から飼料作物への転換といえ、土地資源が制約的な日本において畜産物需要の増大とともにこうした水田利用の変化が生じるのは合理的な変化といえる。

また、稲作自体の変化もレンゲ、ナタネの後退の大きな要因となっている。植え付け時期が早期化することにより、レンゲ等の栽培期に重なるようになり、春の労働ピークを尖鋭化させる。さらに化成肥料が相対的に安価になったことから、肥料作物導入のインセンティブが以前ほど強く働かなくなったといえる。



第1図 飼肥作物の作付面積の推移

資料：農林水産省「耕地及び作付面積統計」

注：牧草、青刈りとうもろこし、ソルゴは田における作付面積。

こうしたなか、蜜源作物の作付けについて新たな動きがでてきている。レンゲ等の蜜源作物が激減したことから、種子代を養蜂業が負担して作付面積を維持するという取り組みがなされている。これについては岐阜県のレンゲを事例として実態を把握・分析した。従来、レンゲは窒素固定、有機質還元を目的に肥料作物として水稲作側がコストを負担して栽培しており、養蜂側は巣箱の置き代として蜂蜜を対価として現物提供していた。提供される蜂蜜の量は地域によって慣例ができていたが、岐阜県、熊本県の例では3升という水準であった。レンゲはかつて日本の春の風物詩ともいえた代表的作物であるが、化成肥料が普及したことに加え、田植えの早期化により本田作業がレンゲの開花時期が重なるようになり、作付けは激減した。肥料作物としての意味は水稲作経営にとって小さくなったが、養蜂業にとって蜜源としての意味が小さくなったわけではない。レンゲ蜜は日本において好まれる蜂蜜の代表格である。そこで蜜源確保のために種子費用を養蜂業が負担するようになったのである。播種等の作業は水稲作側が行なうことが通例である。蜜源としてのレンゲ作付けを維持するために養蜂業が種子を提供する負担額は10a当たり1400円～2100円となり、数十haの規模(濃密調査事例では50ha)で負担していた。これをレンゲ蜜の商品価値から評価すると、レンゲ蜂蜜売上高の4割から5割を占める試算結果となった(2011年)。土地利用型農業の技術の進歩と変化が水田の作物の多様性を低めることにつながり、結果れんげ作付けのコスト負担の構造が変わったことが明らかとなった。

② 重層的な部門間関係

農業的土地利用と養蜂の関係は、春先のレンゲ等の肥料作物と蜜源作物の二面性をもつ作物の問題にとどまらない。ポリネーターとしての蜜蜂の役割に立ち返ると、作目間の関係に大きな影響を及ぼしていることが明

らかとなる。

まず農薬が問題となる。ここではネオニコチノイド系の農薬は直接的課題ではないので問題として扱うことはしないが、農薬利用の一般論として考察した。

農薬利用によってポリネーターの昆虫の生存に影響が出れば、虫媒を必要とする作物の生産量は低下する。これまでの農業経営学とりわけ農法論では地力維持の観点から作付節を重視して理論の骨格を形成してきた。これに加えて農薬利用とポリネーターを介した部門間関係を意識する重要性が見いだせる。

また、このことは農業の担い手問題と生産基盤の管理問題に間接的につながっていることが確認された。具体例として、水田のカメムシ防除があげられた。農業労働力の減少と高齢化が適正な畦畔等の管理を困難にし、そのことがカメムシの被害を増大させ、水稲のみならず地域の果樹作にも被害を及ぼすことも起きている。そこで、農薬投入が増大あるいは持続性の高い農薬散布を指向するといった農薬の使用問題につながっていた。見方をかえていうならば、適正な畦畔管理が農薬の利用を抑制するという形で間接的にポリネーターの維持につながるが見出され、畦畔管理の重要性が示唆された。

他方、作目間あるいは部門間でポリネーターをめぐる競合問題も土地利用においては重要である。異なる作物で開花時期が重なる場合、ポリネーターが一方の作物への指向性が顕著な場合、他方の作物の結実性が低下する。梨園とナタネ作の関係がその代表例である。地域によって作付協定により、梨園の周りの一定範囲内(例として5km)はナタネ作付けが認められないこともある。これまで競合関係は労働や土地など経営資源に対して考えられてきたが、ポリネーターに対する競合関係を土地利用に含めて考察する必要があるといえる。

(3) 授粉サービス財としての蜜蜂の経営評価

施設園芸の拡大、果樹作の人工授粉にかかるコスト削減とともに授粉昆虫としての蜂の利用が増加した。養蜂業において蜂は採蜜の生産手段から授粉のサービスを提供するレンタル財に経営的役割が転化したことが明らかとなった。

こうした養蜂業の経営的性格の変化は、果樹作等との関係にも変化を及ぼしていると考えられた。果樹園で採蜜を行う際に、養蜂業者は果樹経営に蜜を現物地代として提供することがなされていたが、蜂の役割が採蜜から授粉へと変化してくると逆にリース料を対価として受け取るようになったといえた。また、耕作放棄が巣箱設置場の整備コス

トを増大させ、ひいては採蜜費用を増加させていることも指摘できた。

岐阜県、青森県の事例調査によって、果樹経営について授粉についての経営的評価を行った。

岐阜県のりんご作を対象として人工授粉の費用を把握したところ、自園での花粉の採取から行くと10a当たり8000円を超すことがわかった。他方、授粉にマメコバチを利用した場合、定着率を50%とすれば10a当たり5000円を下回る費用となり、人工授粉に比べて経済的有利性があることが確認された。しかしながら、定着率が低下するとコストが増大し、仮に0%とすると約8000円と人工授粉に近い水準になることが明らかとなった。

人工授粉については、必要性の認識に地域差があり、岐阜県等では果実の形状を良好にするために行われていたが、青森県では人工授粉は少なくなっており、マメコバチの利用が一般化していた。

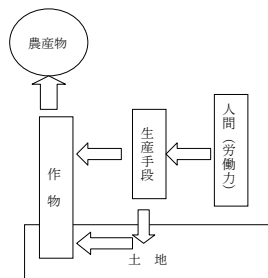
このことは、樹園地の集積効果が考えられ、果樹園がまとまって存在することにより、ポリネーターが集中して存在あるいは訪花頻度が高くなり、規模の経済が働く可能性が示唆された。他方で、アメリカのようなりんご産地では土地利用が単一化して巨大化する問題が指摘されており、ポリネーターの保持には生物多様性が必要であることが考えられる。このことから、モノカルチャーな状態が一定規模以上になると規模の不経済が発現することも示唆された。

(4) 農業生産力概念の再考

農業生産力はこれまで単位当たり（人あるいは時間）の労働が生み出す生産量として基本的に捉えられてきた。その代表的な概念構成図は第2図の通りである。

第2図 農業生産力の概念図

生産の三要素に即して労働以外に生産量/土地面積、生産量/投下資本という捉え方も可能であるが、土地利用型農業においては、



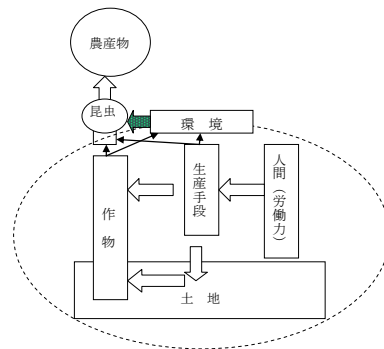
土地面積当たりの収量が生産力水準を示すものとされてきた。そこでは基本的生産手段である土地の豊度が基本要素とされたが、ポ

リネーションの重要性は反映されていないといえる。

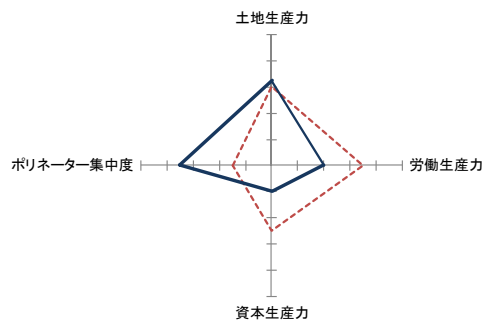
従って、作物の収量を高めるには、土地の豊度とともにポリネーターの存在密度あるいは訪花頻度を考慮しなければならない。これを表わした概念図が第3図である。

第3図 ポリネーション環境を考慮した農業生産力の概念図

さらにポリネーション環境を含めて生産の三要素と農業生産力の特徴付けを行なう



ために第4図のようなダイアグラムの捉え方が有効となる。つまり、一定面積内でのポリネーターの存在の多寡を示すポリネーター集中度を新たな軸として三要素に加えて農業生産力構成を示すのである。生産力構成の特徴付けという意味では、それぞれの集約度をとつてもよい。



第4図 農業生産力構成の特徴づけ

図では、例示として二つのパターンを示してある。破線は人工授粉を花粉採取から行なって高収量を得る経営、実線は蜂等ポリネーターとして利用する比較的粗放的な経営を想定している。このダイアグラムの実用化のためには、各軸での具体的指標を考案しなければならないが、この点は今後の課題となる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

①鬼頭功、淡路和則、三浦聡、大規模水田経営における中山間地域の畦畔管理への対応、農業経営研究、査読有り、49巻3号、2011、pp.67-72.

②鬼頭功、淡路和則、三浦聡、大規模水田作受託経営における畦畔管理作業の実態と経営対応、日本農業経済学会論文集、査読有り、2010年度版、2010、pp.62-68.

〔学会発表〕(計2件)

①淡路和則、日本の農業の現状と将来について、公民フォーラム、2012年1月27日、名古屋市

②淡路和則、ナタネにみるカスケード利用とリファイナリー、日本農業経営学会、2010年9月17日、秋田県立大学

〔図書〕(計1件)

①鬼頭功、淡路和則、次世代土地利用型農業と企業経営、養賢堂、293 (pp.223-237)、2011年

6. 研究組織

(1) 研究代表者

淡路 和則 (AWAJI KAZUNORI)

名古屋大学・大学院生命農学研究科・准教授

研究者番号：90201904

(2) 研究分担者

なし ()

研究者番号：

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号：