

土地利用型農業の総合研究

寺島 一男

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 理事

中央農業総合研究センター所長

はじめに

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構（以下農研機構と略す）、中央農業総合研究センターはその前身を農業研究センターと称し、機能の一つとして、「総合研究」という分野を担うことが指定された研究所であった。農業に係る多数分野の研究者が協力することにより、「専門研究」だけではカバーできない研究領域を見出し、そこに新たな視点での研究開発を行うという目的のもと、25年ほどの間「総合研究」がすすめられてきたのである。こうした考え方は地域農業試験場にもあてはめられ、3～4人程度の構成メンバーからなる総合研究チームが各地域に設置された。しかし、「総合研究」が常に専門研究の深化とは異なる方向での進展を成し遂げ、農業技術の発展に寄与し得るかどうかについては当初より議論があった。はじめに「総合研究」ありきで、研究課題の選定とメンバーの構成にも自由度が少なく、責任は重いという、チームの構成員にとって重苦しい職場であったという指摘もなされた。「総合研究」であることが第一の使命となり、いかなる技術的課題を解決するための「総合研究」であるのかといった論議が先に立つゆとりがなかったのではないかという意見もある。こうした状況の中で「総合研究」の方向性が常に模索されてきた。2001年に、独立行政法人として農林水産省傘下の研究機関が再編され、農業研究センターが中央農業総合研究センターとなってから、やや変化が生まれてきた。とくに独立行政法人として中期目標期間の2期に入り、研究チーム体制が設置されると、「総合研究」という名称を有する研究組織は無くなることとなった。2期の研究チームは、農研機構内の議論に基づき選定した個別の研究課題に対応するグループで、それぞれの課題を担当する8名ないし10名の研究者を構成メンバ

一としている。課題の内容に応じて、異なる専門性を有するメンバーからなる研究チームが発足したが、その場合も「総合研究」とか「総合研究チーム」という名称は用いられなかった。そのことに気づき、農研機構や中央農業総合研究センターは「総合研究」を放棄したのかと問いかける方もいらっしゃるらしいである。

私はこうした変化の要因について、「総合研究」という、いわば「専門研究」に対峙する概念として使用され、あるいは意識され、研究の一勢力として位置づけられてきた研究区分の役割が終わり、農業者のニーズに応えることを目的とした、課題解決型の技術開発研究に重点が置かれるようになったためではないかと考えている。独立行政法人には、社会に広く活用され得る研究成果の作出が強く求められる。その結果、こうした研究姿勢、すなわち、解決すべき研究課題を明確にした上で、これに関連する研究分野が協力し、技術の体系化を図るという研究の進め方が普遍的な手法として認識されるにいたった。営農現場で導入され得る技術は、多くの場合、単一ではなく、さまざまな技術を組み合わせさせた体系として利用されることが多い。新しい品種や農薬はそれ単独で技術たり得るが、その効果を最大限に引き出し、これを利益に結びつけるためには、適正な利用法を伴う必要がある。営農現場の気象条件、土壌条件、水利条件だけでなく、経営環境までもが品種や農薬などの選択、利用方法、あるいはこれを補てんする技術の導入の是非に影響を及ぼす。これらを踏まえ、それぞれの地域や経営環境に適合した技術体系として構築することにより、初めて開発技術の有効性が発揮される。技術の利用普及を研究開発の最終的なゴールとした場合、いやおうなく「総合研究」たる性格をもたざるを得ない。こうした研究が、少なくとも土地利用型農業を対象とする研究領域では、一つの柱として認識されるようになってきたと言える。専門研究の最たる病害や虫害研究においてすら、現場へ導入可能な技術の開発をめざした結果、新たな基盤的研究を内包しながら、防除の経営的評価までも含めた総合防除研究の方向を示しつつある。やや意味を異にするかもしれないが、「On Farm Research」という営農現場での研究開発に軸足を置いた農業技術開発研究の有り様が、今日の「総合研究」として位置づけられているのではないだろうか。

こうした視点で現在、農研機構で行っている水田作に関する研究課題の内容

を紹介し、「総合研究」の有り様についての検討材料にさせていただきたい。

1. 水田作研究の背景と目標

今更指摘するまでもないが、世界人口の増加とこれに伴う穀物の総需要量の増大が見込まれる一方、作物の単収増加が近年停滞傾向を示していることから、世界的に見た穀物需給は今後ひっ迫するのではないかという予想が出されている。これに対して、わが国の農業の状況を見ると、このわずか10年の間に農業就労者数の著しい減少と高齢化の進行など構造的な問題が顕在化しつつあり、将来にわたる安定した食糧供給に懸念が生じている。こうした動向に対処しつつ食料生産力の向上を可能とする技術の開発をすすめていかなければならない。とくに、我が国の耕地面積の多くを占め、穀物生産を担う水田作では、省力・低コストで生産性の高い技術の開発と普及が必要である。このため、農研機構の水田作に関連する3期の中期計画では、生産コストの5割削減、耕地利用率を2割程度向上させることを目標として、その達成に向けた技術の開発と実証に取り組むこととしている。すなわち、「次世代型水田輪作」と称する大課題（プログラム）のもとに地域性の違い等を踏まえた中課題（プロジェクト）を配置し、関連する分野から数人ないし十数人の研究者が結集することで課題遂行に当たっている。

2. 中課題（プロジェクト）遂行研究者の構成

大課題「次世代型水田輪作」に配置された中課題と、専門性によって分類した研究員の構成を表1に示す。この大課題は、各地域の気象条件や土壌条件に対応した技術体系を策定する5つの中課題と、主要作物の多収栽培技術や基盤となる農地整備技術を担う3つの中課題から成る。農地整備技術に係る中課題「農地生産機能」は、比較的同一分野の研究者が集まっているが、他の中課題の多くは、栽培、土壌肥料、雑草、作業技術（機械）、経営など専門性の異なる研究者によって構成されている。水田作の技術開発においては、効率的な栽培を行うための作業機械の開発とその利用条件の解明を担う作業技術研究、省力栽培適性や高い生産性を有する品種の選定と最適栽培管理の策定などを行う作物栽培研究、施肥技術や土壌肥沃度管理などを担う土壌肥料研究、さらに雑草の適

正管理を行うための雑草研究、そして導入技術の経営的評価や生産物の利用販売に関わる経営研究者が必要である。作物の多収栽培技術については、病害や虫害の研究者の参画が求められる場合がある。例えば、大豆作の安定化を担当する中課題「大豆安定多収栽培」では茎疫病や大豆黒根腐れ病などの回避が重要で、これらの防除体系が組み込まなければ安定した大豆作は確立され得ない。このため、本中課題では病害研究者が参画している。こうした多分野に亘る構成メンバーの協力と協働により、技術体系の確立が可能となる。

表1 農研機構の第3期中期計画における水田輪作関係中課題のメンバー構成(%)

中課題名	作業 技術	土壌 肥料	栽培	雑草	経営	土木	病虫害	環境	その他
水稲超多収	17	17	50		17				
大豆安定多収栽培		14	57				29		
農地生産機能						75		25	
高能率水田輪作	25	20	30	15	5		5		
重粘地水田輪作	6	19	19		6	19	19		13
温暖地平坦水田輪作	25	13	31	19					13
中小規模水田輪作	20	13	13	7	7		13	13	13
暖地水田輪作	25	17	17	25	8			8	
計	18	16	26	10	5	6	8	4	6

3. 水田作技術の開発における「総合研究」の具体例

「総合研究」として位置づけられる水田作技術の研究開発の内容について、二つの事例に基づいて紹介する。ここで取り上げるのは、農林水産省の委託プロジェクト（平成19年～23年）の中で実施された研究の成果の一部で、独法の研究者だけでなく、公設の試験研究機関との共同によって行われたものである。いずれも「総合研究」としての特性を有しており、先に示した大課題「新世代水田輪作」の研究グループ（中課題）で担われ、プロジェクト終了後もその継

承と発展が図られている。

(1) グレーンドリルによる水稻の乾田直播栽培

水稻の省力栽培技術である乾田直播栽培は、大規模稲作経営における作業競合の回避、大豆や麦などの畑作物との輪作における圃場の排水性の確保、さらには播種機などの汎用利用においてメリットがある。しかしながら、東北などでは、寒冷な気象条件におかれるために安定した栽培が難しく、普及が進んでいなかった。この点を解決する目的で、農研機構（東北農業研究センター）を中心に、グレーンドリルという播種機、一連の圃場整地作業を核とした栽培技術体系が開発された。

この開発研究における分野ごとの役割と成果を記載すると以下の通りである。まず作業技術分野において、一連の圃場整地、播種作業体系が構築された。この作業体系はプラウやチゼル耕による秋起こし、ハローパッカによる鎮圧等播種床造成、グレーンドリルによる播種、そしてカルチパッカによる播種後の鎮圧から成る（図1）。播種前の鎮圧は播種床を硬くすることで播種深さの安定化をもたらし、播種後の鎮圧は種子と土壌との密着度を高め、これらの組合せにより従来技術で問題となっていた水稻の苗立ち率が向上した。同時に、乾田直播で問題となる入水後の縦浸透を抑制し、水持ちを改善させた。以上の作業体系は、花巻市の現地経営における実証試験を通して構築されたものである。



図1 乾田直播の作業体系

この体系に対応した肥培管理技術については、土壌肥料分野の研究者（岩手

県農業研究センター)によりすすめられた。乾田直播栽培では代かき作業の省略や播種から入水までの乾田期間の設定に伴い、基肥として施用された窒素成分が流亡しやすくなる。これを軽減するためには、初期の肥料養分の溶出を抑える肥効調節型肥料の利用が有効である。本研究ではとくに、省力栽培としての乾田直播栽培の特徴を活かすため、溶出特性の異なる肥効調節型肥料を組み合わせることで、基肥一発栽培で高い窒素吸収量を確保することが可能な体系を考案した。この施肥体系は基肥追肥体系と比較して籾数を確保しやすく、収量の向上も可能である。また、玄米たんぱく含量を基準以下に抑えることができる。

雑草制御分野では、寒冷地の乾田直播に対応した除草体系が組み立てられた。乾田期で問題となるアメリカセンダングサやタデ類の防除については、ノビエにも効果があつて比較的安価なビスピリバック剤が有効である。湛水後は直播栽培に登録のある一発処理剤を使用する。ただし、クサネムやイボクサを防除する必要が生じた場合は、乾田期にシハロホップブチル剤を利用し、入水後にビスピリバック剤を用いるように体系を変えることが提案されている。

また、この乾田直播栽培体系に適した品種を選定するための品種比較試験が行われ、直播向きで耐倒伏性にすぐれるとともに、収量性の高い「萌えみのり」が有望であることを明らかにした(表2)。

表2 実証圃場の苗立ちおよび収量

年度	播種量 kg/10a	苗立ち数(率) 本/m ² (%)	収量		穂数 本/m ²	籾数 粒/m ²	千粒重 g	登熟歩合 %
			全刈り kg/10a	坪刈り				
2008	5.9	180(86)	610	691	546	31784	24.5	88.7
2009	5.2	144(79)	633	639	591	33063	24.0	80.8
2010	4.8	182(84)	615	636	492	31314	24.1	85.5
2011	4.6	96(61)	611	667	509	36925	24.2	75.4

注1)圃場は2007年に2筆を合筆して面積67.3a, 土質は灰色グライ土

注2)品種は「萌えみのり」, 注3)収量は粒厚1.9mm以上の精玄米

注4)登熟歩合は精玄米粒数の籾数に対する割合

これらの技術的要素を組み込んだ体系の経営評価は、前述した花巻市の現地

経営での実証試験の結果に基づき、経営研究分野により行われた。当該農家の経営面積は61.9haで、その内乾田直播水稻が9.4haである。実証試験4年間の結果から乾田直播の10a当り労働時間は約4.8～6.4時間で、東北平均の24.5時間を大きく下回り、同じ経営の移植栽培における10a当り労働時間11.2時間に比べても有意に短い労働時間となった。さらに生産に要する費用合計は60kg当り6500円～8400円と試算されることを明らかにした（図2）。この値は東北平均の54～69%に相当する。以上のように、各分野が開発する技術を営農現場で組み合わせながら調整し、最大限の効果を示す技術体系の構築と評価が行われた。本成果はこれまでのところ、東北、北海道を中心に約500haの農家圃場へ導入が図られている。

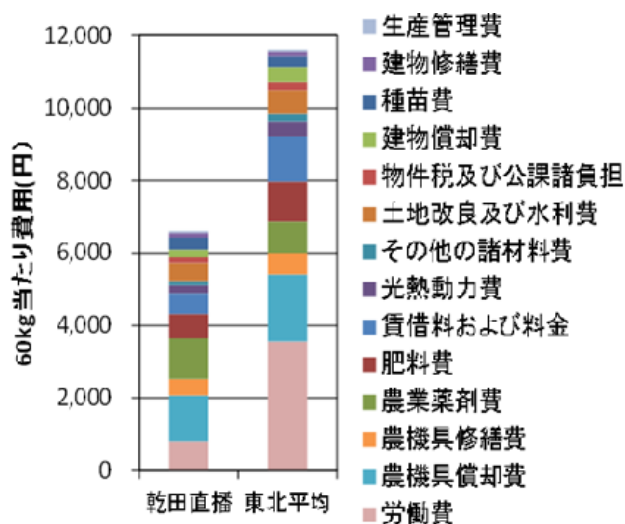


図2. 乾田直播の生産コスト

資料：M農場の実証試験、農業経営統計調査「平成22年産米生産費調査（東北）」

注1：東北平均は上記統計の平均値。乾田直播のうち、その他の諸資材費、物件税及び公課諸負担、建物償却費、建物修繕費、農機具修繕費、生産管理費は、同統計の作付規模5.0ha以上の数値を用いた。

注2：水稻15.0ha（うち乾田直播9.4ha）、小麦28.3ha、大豆13.7ha。乾田直播の品種は「萌えみのり」。

注3）収量は、乾田直播611kg/10a、東北平均540kg/10a

（2） 耕うん同時畝立て栽培による大麦—大豆体系

次に麦—大豆の栽培体系の事例を示す。この研究についても農研機構だけでなく、

長野県、富山県、宮城県の研究機関との共同で技術開発がすすめられた。核となる技術は大豆用に開発された耕うん同時畝立て播種機である。この機械の特徴は、アップカッターロータリーの耕うん爪配列を変えることで、畝を形成し、そこに大豆種子を播種するところにある。畝立て栽培のため、湿害の軽減が期待されることから、日本海側の地域に広く分布する重粘土で排水性の悪い圃場に普及している。アップカッターロータリーによる耕うんは碎土性にすぐれ、発芽の安定化に有効である。また、耕うん、畝立て、施肥播種を一工程で行うために効率的な播種作業が可能となる。さらに、一工程播種では土壤水分が高く保たれた状態で播種されるため、乾燥による発芽の遅延も起こりにくい。こうした結果、大豆の苗立ちや初期生育が安定化し、収量の向上が得られる。

この技術開発では、まず作業技術分野により当該播種機が麦、大豆の両作物に利用できるよう、耕うん爪配列の変更によって広幅の畝を形成するように改良された。その結果、大豆は通常より条間が狭い、いわゆる狭畦での栽培体系となるが、一台の播種機で麦と大豆の栽培が可能な体系が構築された（図3）。



図3 耕うん同時畝立て播種機

一方、土壌や栽培研究グループでは、まず、大麦の圃場および施肥管理について、消雪時における排水溝の手直しを実施すること、重粘土地帯では施肥窒素の吸収が緩慢であるため標準施肥量よりやや多めの基肥施用を行うことが提案された。播種については、耕うん幅1.6mのロータリー、約1m幅の畝上部に5条とする播種方法（条間24cm、畝間条間50cm）が適正であることが示された。大麦-大豆体系では大麦収穫後大豆播種までの期間が短く、梅雨期に入ってしまう

うことも少なくないことから、切り替え時の効率的な作業の実施が求められる。このため、大豆用のたい肥や土壌改良資材等の施用は、前作の大麦の作付時に行うことが有効であること、また、麦稈の量が多いときはフレールモア等での刈株の細断処理が必要であることを明らかにした。

大豆の狭畦栽培は、初期生育を確保しやすいことから遅まきによる収量低下を回避する上で有効である。しかし、密植栽培では植物体が徒長して倒伏が発生しやすくなるため、6月中旬までに大豆の播種作業が終わる場合は、栽植密度を低く設定して徒長を回避する必要がある。その際、 m^2 あたり15本程度の栽植密度まで低くしても減収程度は小さいことが明らかにされた。とくに倒伏しやすい大豆品種「エンレイ」を用いる場合は m^2 あたり20本を超えないようにすることが推奨されている。

雑草対策については、播種後大豆播種前に土壌処理型の除草剤（ベンチオカブ・ペンディメタリン・リニュロン粉粒剤）などを散布する。狭畦栽培では条間が狭いため、中耕による除草が実施できない。一方、慣行の普通畦栽培に比べて早い時期から畦間が大豆の茎葉で覆われることから大豆自体による雑草の抑制効果が期待できる。ただし、狭畦による抑草効果は中耕除草に比べると効果が劣ることから、本葉が3～5枚展開した時期における大豆用のベンタゾン液剤、キザロホップエチル水和剤の散布が推奨されている。

以上の体系の有効性を明らかにする目的で、30ha以上の経営規模を有する経営体で実証試験が行われた。その結果、耕うん同時畝立て栽培では対照となる現地の慣行方法と比べ、大麦は2～3割程度、狭畦多条播大豆は1～5割程度増収することが示された（図4）。また、経営研究分野により、新技術の10aあたりの労働時間は、大麦では慣行とほぼ同程度、狭畦多条播大豆は中耕・培土作業の省略により5割以上の短縮になること、とくに富山市の実証試験地区では、大豆の播種作業の合理化により、大麦の収穫作業に労力を回せることから大麦の作付面積拡大が可能になること等が明らかにされた。さらに、新技術導入の1俵あたり費用合計は、生産費調査の現状平均に比較して大麦は同等ないし約1割、大豆で2割ないし4割の削減が可能であることを実証している（図5）。この体系については、富山県、長野県をあわせて7経営体で導入されており、今後も普及がすすめられる予定である。

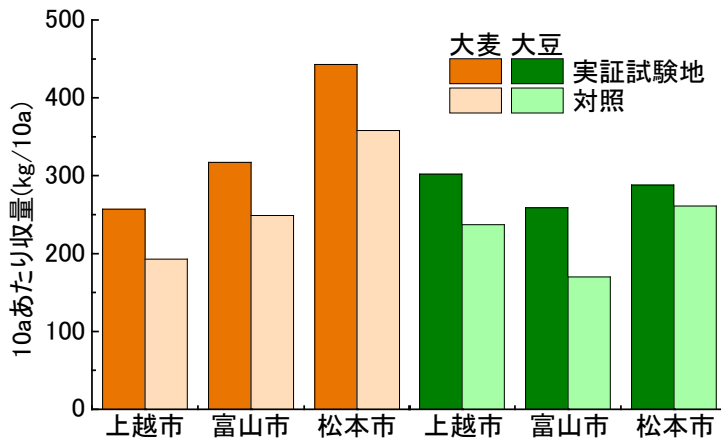


図4 各実証試験圃場での収量の比較

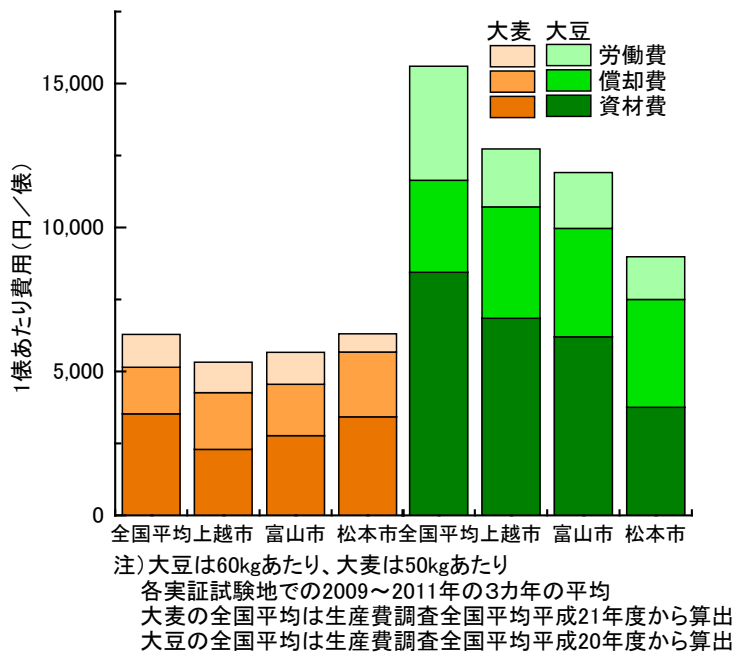


図5 実証試験地における1俵当たり費用合計の比較
(対全国平均)

4. おわりに

西尾は、昭和における農業技術の開発の歴史を振り返り、「農家とともに歩まない技術は根付かない。」と語っている。また、榊原は「総合研究といえど

も、複数の専門研究の成熟の上に、しかも農業現場のニーズを受けて新たな技術の革新に向けて必然性をもって生み出されるものでなければ本物でない。農業の現場を革新しうる総合的な技術のなんたるかをじっくり見極め、具体的な開発目標を描きうるような総合研究に是非取り組んでほしい。」と述べている。いかなる研究開発の有り様が、普及し得る技術の創製に結びつくかは、独立行政法人として最大の関心事である。現在の「総合研究」は、研究推進の視座を営農現場に求め、必要となる研究分野の結集により、導入可能な技術体系の開発をすすめようとしている。その際、技術開発全体が目指す目標と、それぞれの分野が担うべき課題をできるだけ明確化すること、例えば、水田輪作体系では、目標とする収量レベル、生産コストなどを示し、それに向けて開発技術の選択と評価を行うことが重要である。これにより、参画する作業技術研究、土壌肥料研究、栽培研究、経営研究の各分野の役割と課題も明らかになるであろう。さらに育種や病害虫研究など他の専門研究の必要性の有無も判断できる。

一方、今日の「総合研究」は、研究分野の集合だけでなく、独法と大学、県の試験場といった、異なる研究機関の協力に基づいて実施されるケースが多くなった。さらに最近は、農家自身が研究開発に関与し、研究グループに重要な指摘や提案を行うこともまれではなくなってきた。 「総合研究」における「総合」の意味が研究分野だけでなく、研究者、生産者、実需者を巻き込んだ形になってきているのも一つの特徴である。

こうした「総合研究」は緒に就いたばかりであり、その成果が十分に得られていると言える段階ではない。より効果的な「総合研究」を実施するためには、営農現場のニーズを把握し、研究開発のプロダクトコンセプトを明確にした上で、多様な研究分野を効率よく連携させていく手法が必要である。とくに、こうした多角な性格をもつ「総合研究」をコーディネートし、これをけん引する優れたリーダーの養成が強く求められている。さらに、現場での問題を解決する上で必要となる専門研究分野の深化をいかにたぐりよせることができるか。問題点の所在とその解決に必要な研究課題を専門研究分野に的確に伝え、その協力を引き出す能力、あるいは課題解決に有用な個別研究を探し当てる能力かも知れないが、こうした能力も「総合研究」をすすめる上で重要だと考えている。そういう意味で、これからの「総合研究」を担える人材の育成が、農

研機構の技術開発を真に有効なものとする上での大きな課題だと言える。

参考文献

- ・ 榎渕欽也 技術開発の戦略拠点として 1992年 農業研究センター10年の歩み ー回顧と展望ー 農林水産省 農研センター 31-34.
- ・ 西尾敏彦 2013年 昭和農業技術史への証言 第十集 昭和農業技術研究会 西尾敏彦編 農山漁村文化協会
- ・ 大谷隆二ら 2012年 乾田直播栽培技術マニュアル Ver.2 (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター、岩手県農業研究センター
- ・ 関正裕ら 2012年 寒冷地2年3作水田輪作地帯技術マニュアル (独) 農業・食品産業技術総合研究機構 中央農業総合研究センター、長野県農業試験場、富山県農林水産総合技術センター、宮城県古川農業試験場、宮城県農業・園芸総合研究所