

第8章 総括

本現地実証調査の当初2か年は、2000年4月18日に署名された討議議事録(R/D)の年次計画及び個別課題の試験計画に、第3年次は2002年3月13日に署名された延長R/Dの年次計画に基づき、当該年度の試験実施計画を作成して実施された。

試験は山西省北部に位置する天鎮県、陽高県、大同県、懷仁県、渾源県、応県、山陰県、及び塑城区の8県区で実施され、それぞれの試験課題ごとに塩性アルカリ土壌・アルカリ土壌での作物被害程度別区分(軽・中・重・極重・甚)に応じた試験地が設置された。

2000年度は事前準備期間も無いなかでのR/Dの締結から即座に試験開始となったため、実施機関である土壌肥料研究所のカウンターパート(C/P)自らが試験計画を作成し、現地の手法によって試験区を設定して試験を開始した。当該年度は短期専門家が交代で断続的に指導にあたったため、試験区の配置や調査・指導に難点もみられた。2001/2002年度の試験は前年度の試験結果を取りまとめた後、合同委員会での評価、次年度試験計画の検討、承認を経て、日方の長期専門家を中心とした指導体制で実施した。特に2002年度は実施すべき課題と内容について焦点を絞り、前2か年で不足したデータを補完することを主目的として実施された。

3年間の本現地実証調査は、非常に困難な状況(気象条件、地理的条件、人的条件、調査期間等)での調査であった。

- (1) 気象条件では、調査1年目は乾燥年であるが最近の降雨量としては平年並み(1月～5月：86.5mm)、2年目は大旱魃(1月～5月：30.6mm)、3年目は比較的降雨があり、場所によっては集中豪雨がある一方、夏季は少雨であった。本現地調査実施においては大同盆地特有の気象(夏は暑く、秋から冬にかけて寒く、春先は風が強い等)から、計画どおりに進展することができなかった。
- (2) 位置的には、試験地が拠点事務所(太原市内)から約500km離れており、当初2年間の調査は全調査圃場が大同市を中心とした8県区に分散し、調査地を1周するには1,000kmを超えていたこと、各試験課題のデータ収集量が膨大であったこと(これに伴う分析試料は更に膨大)、同一圃場内でもアルカリ被害程度がスポット的に異なって分布していたことなどから調査・取りまとめに多くの労力を要した。
- (3) 一方、試験課題が多いにもかかわらず人的資源が限られ、多忙を極まる時期もあった。また、農家の圃場調査では栽培管理、適期の観察、調査等に係る農家への伝達不徹底があったこと、降雨不足等の自然環境の影響が大きかったこと、試験委託農家の試験管理意識が低いこと

などの理由から計画どおりの試験実施ができなかった圃場もあった。

- (4) 本現地実証調査に欠かせない土壌や作物体の分析業務にあっては、供与機材の調達や現地への到着が遅れたために、2000年度はほとんど分析ができなかった。
- (5) 3年間で実施した試験圃場は、延べにして115か所、約41haで、短い調査期間に比べてかなりの量となり、継時的な調査をする反復試験や反復回数不足などから必ずしも明確な試験結果が得られなかった部分があった。また、作物生産と時期等との関係があり、データの収集や取りまとめが集中し、短期間に多くの労力と時間を要した。
- (6) 具体的な試験の実施にあたっては、塩類土壌のアルカリによる作物被害程度が農家・C/Pの主観的な判断によるものであり、科学的根拠によって明確に分類されていないこと、及び同一圃場内でも塩濃度やpHの分布が不均一なことなどから調査や取りまとめに困難を極めた。

以上のような問題点等があったが、実施機関である土壌肥料研究所のC/P等の協力と努力及び長期・短期専門家並びに日本国内関係者(機関)の指導・技術協力により、R/Dに沿った内容の調査を完遂することができた。

特に業務が進展した要因は、分析業務にあっては、供与機材が到着し始めた2001年末から順次分析が実施された。2002年度においても前年度供与機材の周辺機器の調達不備があったものの、C/Pの日本での研修後の2002年9月以降、日本での研修成果、各派遣専門家の適切な指導及び各C/Pの努力(休日勤務もあった)等により、本格的な分析業務が促進されたこと、延長した2002年度からは試験内容を重点的に集約化したこと、農民への展示圃的な効果も含めたモデル実証調査では、現地の指導者と農家の理解と協力が得られたこと、大同県党留庄郷(山西省農業科学院が党留庄村から30年間借りている土地)に試験地を造成し、基盤整備を行ったことによって多くのデータ収集が可能になったこと、両土壌改良資材の経済性評価及び投資環境の調査については、2001年度はC/Pがおらず短期専門家自身による実施となり、現地農家のアンケート調査及び諸関係機関等への聞き取り調査に既存資料を加味して行ったが、2002年度は山西省農業科学院のC/Pが配属されたことにより、方向性がかなり明らかになり、円滑に調査が進められたことなどである。

本現地実証調査の目的の1つは、山西省のアルカリ土壌における農業の生産性向上を図るため、アルカリ土壌改良資材として利用する脱石膏・DS-1997の効果を確認することであった。両土壌改良資材とも農作物の生理障害軽減に有効な資材であることをある程度立証することができた。

しかし、土壌改良の重要性は、1作限りではなく、持続的な生産につながっていくことである。脱硫石膏・DS - 1997の残効についてはある程度確認されたものの、今後、更に継続した調査を実施することによって詳細な結果を得ることを期待したい。

目的の2つ目としては、脱硫石膏と中国産土壌改良資材の経済性評価とその普及の可能性の調査である。

脱硫石膏は、土壌改良効果は認められ、脱硫石膏そのものは国産土壌改良資材に比較すると、輸送費を含まない場合はほぼ同じ価格(中国産土壌改良資材1号：1,268元 ha^{-1} 、中国産土壌改良資材2号：1,006元 ha^{-1} 、中国産土壌改良資材3号：1,225元 ha^{-1} 、脱硫石膏：1,225元 ha^{-1})であるが、輸送コストが加算されると極端に高くなる(1,725元 ha^{-1})。中国産土壌改良資材1号、2号、3号は1,320~1,368元 ha^{-1} 。しかも脱硫石膏は、農家での取扱量が25~30t ha^{-1} とかさむため、施用労力、保管の点からも負担が大きく、実用面では農家の普及には難がある。

しかしながら、今後、環境問題が益々クローズアップされて石炭火力発電所から排出される二酸化硫黄を削減する「排煙脱硫装置」が普及されれば、大量の脱硫石膏が生じ、その処理が困難となることが予想される。例えば、国または省がアルカリ土壌改良を促進するための公共事業的な基盤整備事業を実施するようになれば、脱硫石膏を土壌改良資材として用いることで、高い効用を期待することが考えられる。

国内現地資材で製造する中国産土壌改良資材の生産は可能であり、今回の調査の中国産土壌改良資材は、3タイプを試作した。

- (1) 中国産土壌改良資材1号：埼玉県開発DS - 1997と同成分
- (2) 中国産土壌改良資材2号：硫黄分を脱硫石膏に置き換えた以外は同成分
- (3) 中国産土壌改良資材3号：硫黄分を低濃度の原料とした以外は同成分

本現地実証調査及び経済性評価の面から検討した結果、いずれのタイプも効果があると評価され、特に、土壌改良資材使用コストの試算では、 A のタイプが一番安く(1,320元 ha^{-1})生産することが可能である。

しかしながら、普及現場や農家サイドでDS - 1997に対する評価は高いものがあり、今後も引き続いて使用したいと希望している。

農家のアンケート調査の回答によると、土壌改良資材を購入する農家の希望価格は700~800元 ha^{-1} であるのに対し、経済性評価による土壌改良資材試算コストは約1,300元 ha^{-1} で農家希望価格より高くなっている。しかし、本現地実証調査からトウモロコシ等の作物収量が増加すること、経済性評価からは地域差があるものの、農民が負担し得る金額であると評価されたことなどを考慮すれば、中国産土壌改良資材の実用化の可能性は高いと考えられる。今後、現場サイドからの需要が更に高まれば、中国等の企業による中国産土壌改良資材生産の可能性がでてくると考えられ

ることから、土壤改良資材生産コストの削減と普及的実証が望まれる。

脱硫酸石膏・DS - 1997との同時施用では、脱硫酸石膏の施用効果に加えて、DS - 1997の施用効果が相加的にみられた。このことは、将来の普及において単独の土壤改良資材施用よりも混合土壤改良資材として施用する方が効果的な改良資材となり得ることを示唆しているといえる。このためには、混合土壤改良資材の成分、施用効果等について更に調査する必要がある。

山西省大同盆地は塩性土壤とアルカリ土壤が複雑に入り組んでおり、土壤改良は複雑で非常に困難である。

山西省のアルカリ土壤改良には、土壤改良資材の科学的研究だけではなく、土壤改良資材の施用効果を促進するために次のような課題についても調査・研究することが重要である。

(1) 有機物成分

DS - 1997の成分は、硫黄を主とし、その他に有機物などが含まれている。それらがpHの矯正のみならず、土壤物理性の改善、作物への有効成分吸収の促進など複合的な効果を表しているものと考えられる。本現地実証調査で試作した中国産土壤改良資材の有機物には、米糠の他、現地の未利用資源であるフルフルール滓工場の廃棄物(トウモロコシの芯を硫酸処理後に蒸留した滓)、キノコの栽培床土、黒酢発酵残滓を使用している。

これらの有機物を使用した試験の結果、DS - 1997と同等かそれ以上の増収効果が認められた。しかし、1年間だけの試験結果であり、更にデータ収集を行う必要がある。また、土壤改良資材使用コスト低減の面からもこれらを有機物として利用した栽培試験を行い、その施用効果を確認し、より安価な中国産土壤改良資材を生産する必要がある。

(2) 灌 漑

大同市懷仁県金沙灘鎮には国営の灌漑設備があるが、ほとんどの多くの農民は天水に依存している。また、山西省の半分以上の川は涸れ、約600の大・中・小型ダムの水がなくなっており、丘陵地帯の地下水位は毎年2～3m下がっているといわれ、また、そこで生活している人々が使用している井戸が涸れている所もでてきているともいわれている。

現在、中国の農業経済学者等が「四つの水」といわれる革新的な水管理方式を開発している。この技術は「限られた地表水を使い、地下水、地表水、土壤水分、雨水を農業生産のために総合的に管理・制御(帯水層の動的管理)するもので、塩分、アルカリを含んだ広大な面積が再生し、従来地下水に塩分があるため、灌漑に向かないとされていた土地が耕作可能になった」と報告(出所: Shen and Wolter 1992)されている。現在、河北省南皮試験場で実験されているので、今後、この技術情報を取り入れて試験を試みることも必要である。

(3) 植 林

植林については、現在、大同市で日本の非政府組織(NGO)である緑のネットワーク(GEN)が1992年から大同市青年連合会をC/Pにして、主にマツ(アブラマツ、モンゴリマツ、カホクマツ)の樹種を育成し、これまでに約900haを植林している。植林を実施する土壌においてもアルカリ土壌に起因する活着障害(枯死)がみられる。このため、山西省が進めている「退耕環林」の植林事業においても、効果のあるアルカリ土壌改良資材を使用することは有益であり、このNGOと連携を取り情報交換をすることは意義のあることと考える。

(4) 牧 草

環境保全のための「耕地の牧草化」については黄砂防止の目的がある。加えて、近年山西省での牛肉、乳製品の伸びが急増していることから、肥育牛・乳牛の飼育経営が盛んになると予想され、アルカリ土壌で牧草栽培の調査試験を実施することも必要になると考える。

脱硫酸石膏には表5-4に示したように、中国の土壌環境基準以下ではあるが、極微量のHgやCd等の重金属が含まれている。したがって、脱硫酸石膏を利用して「耕地の牧草化」が行われた場合、「緑化のための牧草地化」であれば、あまり問題はないと思われるが、家畜飼育も視野に入れた「飼料のための牧草地化」であれば、その牧草を食した家畜を通して生じる生物濃縮についても注意する必要がある。

アルカリ土壌を矯正していくうえで、上述したような課題が多く出てくると考えられ、また、今後とも予想される作物、樹木等を対象としたアルカリ土壌改良資材の施用効果等の試験研究は重要さを増してくると考えられ、「中国山西省アルカリ土壌改良現地実証調査」を3年間にわたって、実施してきた成果が広く活用されることを期待したい。

山西省土壌肥料研究所は、調査研究員を充実させ、これまで多くの調査・研究結果を発表した実績を有している。同研究所は調査室や分析・実験室を整備し、また、本現地実証調査を通じて中国に2つしか設置されていない分析機器が設置され、分析機能の能力を高めたことなどにより、研究所の環境がこれまで以上に整った。このことが山西省政府で評価され、「山西省重点実験室」として認定された。

同研究所は、山西省の調査・分析センターの拠点として、今後、ますます重要な役割を果たしていくものと思料する。

大同市周辺のアルカリ土壌改良は、同地域の農業生産力の向上と農民の所得向上に資する貧困対策の一翼を担うものであり、更には環境対策としても重要である。今後の展開にあって、本現地実証調査は貴重な調査の礎となるものと思料する。

今後、中国側の自助努力で、更に広大な面積を占める様々なタイプのアルカリ土壌に適した土壌改良資材の開発に取り組み、また、その普及のために積極的に推進し、農民の所得向上の環境改善に大きく寄与していくことを期待したい。