

4 個別技術対策

項目 1 土地資源評価と効率的土地利用

対策 1.1 土地資源評価

ザーホラスカ低地では砂質土壌が広く分布し、土壌タイプ及び土性に代表される土壌条件が土地生産性の重要な因子となる。砂質土壌の生産性を的確に判定するには、土地資源評価において粘土含有量を反映する必要がある。これにより、栽培上の制約の厳しい砂質土壌の耕作適性を評価することが可能となる。土地資源評価システムは、土壌条件に基づく土地生産性、灌漑の利用可能性、農地保全上や社会経済環境からの制約 3 つの評価から構成される。

(1) 土地資源評価システムの改善

3 章 1～2 節に記載。

(2) 灌漑の回復可能性の評価への反映

3 章 3 節に記載。

(3) その他制約因子の評価への反映

3 章 4.4 節に記載。

(4) 土地生産性の評価

ケーススタディ地区での土地資源評価の事例

(1) 土地生産性の評価（土壌区分）

第 3 部 2.1 図 3.3、図 3.9

(2) 灌漑可能性（灌漑施設配置）

第 3 部 2.2 図 3.4

(3) その他の制約因子（排水不良、ドライマウンド）

第 3 部 2.7.3 図 3.8

土壌条件が劣悪で農業利用に不利なザーホラスカ低地では、現在の営農環境の下では、圃場単位での収益性の分析に基づいた合理的な農地利用の導入の重要性がますます高くなっている。EU 加盟に向けた各種プログラムの取り組みは、農産物の品質及び価格の面及び補助金制度のヨーロッパ基準への移行を目指しており、結果として労務費や資機材費の上昇が見込まれる。現在のように適切な土地利用管理がない状態で農地が放置された場合、将来的に一層の土地荒廃を招き、地域の農村環境の破壊が進むことが懸念される。計画的な土地利用転換は、ザーホラスカ低地の持続的な農業開発を確実にするうえで不可欠な要素である。

このような状況に鑑み、本ガイドラインでは、土地利用の評価及び計画に利用可能な収益性評価のための試算方法を提案している。この試算では、第 1 段階として、期待される作物収量の算定が必要となる。この試算では期待収量を、本地域での現在の経済的・技術的条件の下で最適な栽培管理が行われたとの仮定の下での、生産性指標から算定される「期待しうる最大収量」として定義する。この期待収量の導入により、

生産コストと期待される収入の分析を通じて、農業企業は各土地条件での作物栽培の収益性を分析し、合理的な土地利用の決定を行うことが可能となる。

スロヴァキアでは独自の土地評価システムとして、ポイントバリューシステムが構築されている。このシステムは土壌データベースに収録された種々の要素を組み合わせ、土地の生産性を得点化して評価しているものである。このシステムは、土地資源を全国レベルで総合的に評価する上で大変利用価値の高いものである。しかし、このシステムは土地の多面的な属性を表現するものであり、土地の農業生産性そのものについて情報を与えるものではないのも事実である。調査対象地域では、農地の 8 割から 9 割を占める砂質土壌をさらに区分し、砂質土壌の中での生産性の違いを表現できる評価方法を確立することが必要とされている。

現地踏査及び農業者への聞き取り調査の結果、本地域では作物への水分供給の制約は直接的に収量の低下を招き、特に砂質土では土中水と有効降雨からの利用可能な水分量が作物の生育や収量を決定づけている。この際、作物のバイオマス生産量は、作物の必要水量と供給水量の比率として示される水分充足率により規定されると考えられる。本試算では、水分充足率を、ペンマンモンテース式を使い、近年の気象データに基づいて算定した。ここで採用した計算方法は、原則的には灌漑時の必要補給灌漑水量を算定するのに用いられる手法である。この手法を作物の生育や収量への水分不足の影響を評価するの使用するに当たっては、この点で格段の配慮が必要である。

本地域の代表的な土壌である砂質土壌では、作物の生産性は土性あるいは粘土含量によって規定される。粘土含量は一般に土中の有機分含有量と比例し、同時に土壌の養分保持力や養分供給能と同様に水分保持力や水分供給能と明確な相関を示している。本ガイドラインで採用した期待収量は、1) 適期の播種と均質で標準的な発芽、2) 生育初期にほぼ圃場容水量に近い土中水分、3) 適切な施肥と病虫害防除、といった条件が満たされた条件下での収量と定義される。さらに、算定した期待収量指数を用いて、標準収量を元に作物の期待収量の推定を行うが、標準収量は、水分条件が充足した場合に期待される最大の収量として定義される。本試算では、標準収量は農業者から得られた圃場での平均的な最大の収量から推定した。

今後は、作物群の生育と水分生理に関わる検討も必要である。本試算の第 1 の仮定は、作物群のバイオマス生産量は相対的な水分充足度と良好な相関を持つということである。この仮定は特に冬作物の栽培において広く受け入れられるものである。第 2 の仮定は作物の収量は作物のバイオマス生産量におおむね比例するというものである。この仮定は必ずしも常に適用可能なわけではなく、本来であれば作物の生育ステージごとに異なった係数が適用されるべきものである。

多くの穀類では、若干の水分不足は一般に作物のライフサイクルを完結する上で不可欠なものであり、このような水分不足は生育パターンを作物体の成長から発芽や開花、登熟といった繁殖期への移行を促進する。反対に、厳しい水分不足は作物群の枯死や時には収穫が期待できないほどの減収をもたらす。収量と総バイオマス量の関係は、ごく限られた範囲で比例関係にあり、現実には相関は線形よりも対数的になっているかも知れない。

このような期待収量の算定の精度向上のためには、根群の深さや作物容水量、標準収量の基礎となる精度の高いデータの蓄積が不可欠である。このようなデータの蓄積は時間がかかるものの技術的に可能であり、本試算のコンセプトの制約要因となるものではない。

(5) 期待収量の試算

1) 期待収量指数の算定

作物が栄養的に良好な状態で栽培され、かつ病虫害や排水不良といった、水分不足以外の制約因子を持たない状態で栽培されていると仮定した場合、作物の収量は水分の不足率に強い相関を持つことはよく知られている。本ガイドラインでは、期待収量指数を期待できる最大収量に対する水分不足時に期待できる作物収量の比として定義する。ここでは、作物の蒸発散量を用いた下式により期待収量指数を試算した。

$$(1-Y_a/Y_m) = K_y (1-E_{Tadj}/E_{Tc})$$

Y_a/Y_m: 期待収量指数 (Expected yield index)

Y_a: 水分ストレス下での期待収量

Y_m: 最大期待収量

K_y: 収量変動係数

E_{Tadj}: 作物の蒸発散量

E_{Tc}: 作物の基準蒸発散量

参考文献

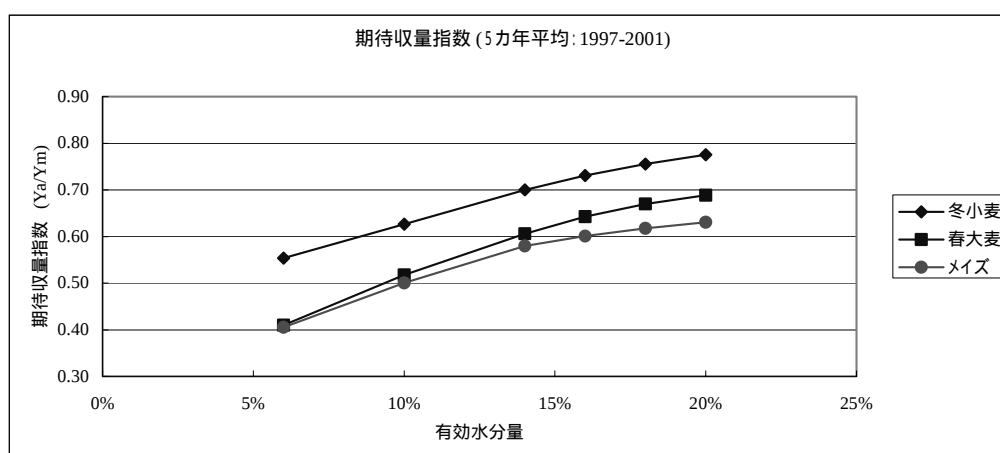
- FAO Irrigation and Drainage Paper No.33 “Yield Response to Water”, 1979
- FAO Irrigation and Drainage Paper No.56 “Crop Evapotranspiration - Guidelines for Computing Crop Water Requirement”, 1998
- 発芽期や開花期といった水分不足に敏感な時期に特段の水分不足が発生しない。
- 排水不良や病虫害といった、水分不足以外の特段の作物被害要因が存在しない。
- 根群域への水分補給への地下水の貢献は無視した。

作物の蒸発散量及び必要用水量は FAO 方式によっており、計算に必要な諸元は FAO 灌漑排水技術書によった。

- 基準蒸発散量：ペンマン-モンテース法
- 降雨量その他気象データ：スロヴァキア気象水文庁データ（マラツキー観測所）
- 有効雨量：USDA 土壤保全局

期待収量指数の試算では、調査対象地域の代表的な冬作物である冬小麦について、1997 年から 2001 年の 5 カ年について、マラツキー観測所の気象水文データを使って算定した。また、地域の代表的な春・夏作物である春大麦及びメイズについても同様の手法で試算を行った。試算結果は下表に示す通りである。

期待収量指数の試算結果						
	有効水分量					
	6%	10%	14%	16%	18%	20%
冬小麦	0.55	0.63	0.70	0.73	0.76	0.78
春大麦	0.41	0.52	0.61	0.64	0.67	0.69
メイズ	0.41	0.50	0.58	0.60	0.62	0.63



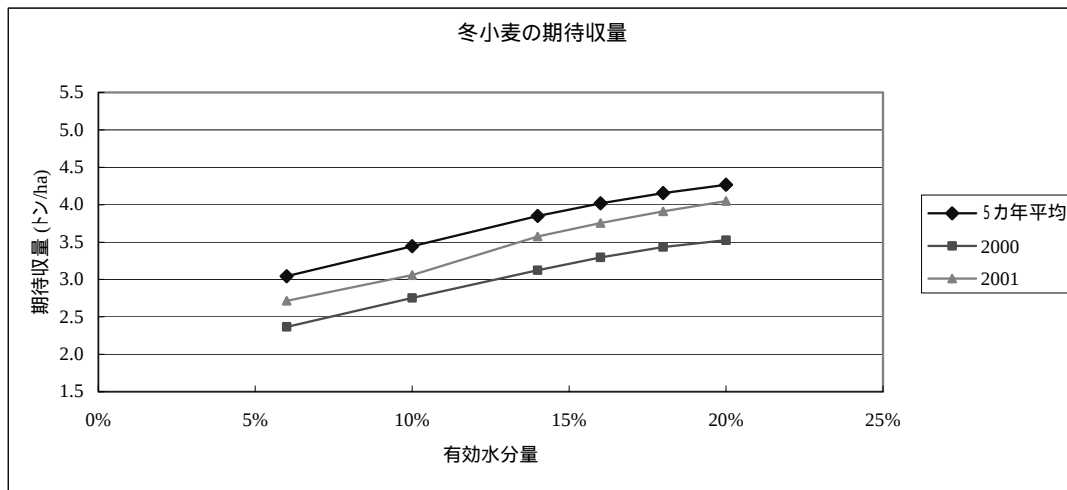
2) 期待収量への換算

本調査では、期待収量指数から期待収量を算定するため、後述するケーススタディサイトにおいて作物収量と土壌データの収集を行った。本試算では、収集されたデータを元に、冬小麦の最大期待収量を暫定的に 5.5 トン / ha として計算を行った。この最大期待収量については、今後のデータ収集と蓄積により、その妥当性について分析・評価し、より精度の高い値を模索することが望まれる。この最大期待収量に基づいた期待収量の試算結果を以下に示す。

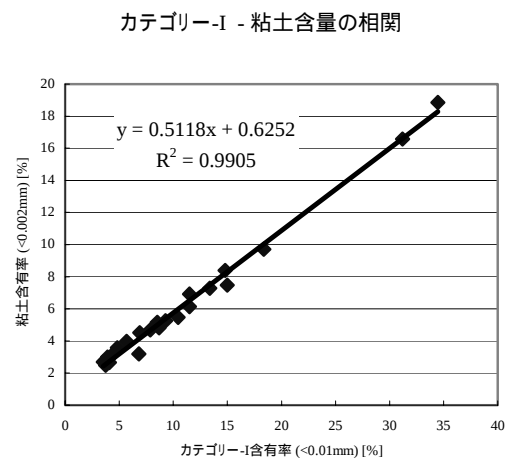
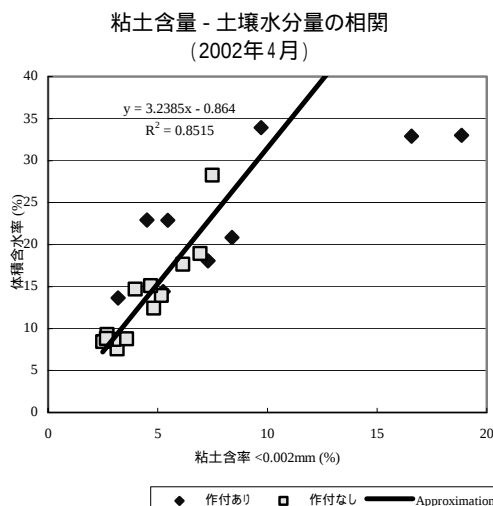
冬小麦の期待収量の試算
 Y_m (仮) = 5.5 トン/ha

(トン/ha)

年	有効水分量					
	6%	10%	14%	16%	18%	20%
1997	3.3	3.5	3.8	3.9	4.0	4.1
1998	3.1	3.5	3.9	4.0	4.1	4.2
1999	3.7	4.4	4.9	5.1	5.3	5.5
2000	2.4	2.8	3.1	3.3	3.4	3.5
2001	2.7	3.1	3.6	3.8	3.9	4.0
5カ年平均	3.0	3.4	3.8	4.0	4.2	4.3



2002 年に本調査の一環として実施した土壌調査の結果によれば、ザーホラスカ低地の砂質土壌では、土壌の粘土含量と水分保持力（水分保持力は降雨後の土壌水分量の観測地で代用した）には強い相関が確認された。観測結果を下図に示す。



土壌水分量と粒度分布の観測結果

対策 1.2 土地利用評価

本ガイドラインで提案される土地資源評価結果と、実際の土地利用形態を比較することで、現況の土地利用の評価を行うことが可能となる。土地利用の評価は、土地資源の有効活用及び持続的利用の二つの観点から行われる必要がある。

土地資源の有効活用の観点からは、以下の点を中心に、農地利用の効率性を評価する。

- 灌漑施設等の土地資源が有効に活用されているか
- 適地で適作物が栽培されているか

また、土地資源の持続的利用の観点からは、生産性の維持のために必要な努力が払われているかに着目して、以下の点を中心に評価する。

- 耕作限界地で無理な耕作が行われていないか
- 地力保持が必要とされる農地において適切な輪作体系が導入されているか
- 必要な農地保全策が実施されているか

特に、水分保持力と養分供給力に乏しい砂質土壌と比較的少ない降雨という厳しい自然環境のもとでの天水に依存した穀作は、土地条件によっては、草地への転換や草地化・休閑を含めた輪作体系の導入といった、土地利用の転換がもとめられる。

対策 1.3 土地資源評価と土地利用評価を通じた適切な土地利用の実現

適切な土地資源評価に基づく持続的な土地利用の実現は、農業生産性の改善や自然環境の保全のために不可欠なものである。この意味で、既存データの活用と合理的土地利用に関するガイドラインでは、以下の事項が含まれる。

- 適切なモニタリングによる情報の更新と継続的な土地資源評価による土地分級の定期的な更新
- 既存データを最大限活用した、土地生産性ポテンシャルに基づく土地利用ガイドライン作成のための技術指針
- 土地資源評価の結果土地利用の転換が妥当であると結論された土地の土地利用改善計画を策定するための技術指針
- 放棄農地の有効利用のための技術指針

項目 2 灌 漑

対策 2.1 灌漑施設の利用できる地域の特定化

灌漑施設の利用できる農地は、多様な栽培と収益性の高い経営を可能とする。灌漑利用の可能性を土地のポテンシャルあるいは属性として土地資源評価項目に加える。

ザーホラスカ低地では、灌漑が作物の生産性と生産安定にとって大きな要因となっている。したがって、土地資源評価の要素として、灌漑施設の利用可能地域を特定化することは、灌漑農業へのアクセスを容易にし、農業振興につながる。

本調査地区では 21 の灌漑システムの開発により 16,224ha の灌漑耕地が開発されてきたが、ポンプの機能不全、破損、消失などにより、利用不能な施設もある。灌漑利用可能地としてのポテンシャルは以下のようないクリテリアで評価する。

調査対象地域での灌漑可能性の特定

第 1 部 3.4.8 図 1.4

ケーススタディ地区での灌漑可能性の特定

第 3 部 2.2 図 3.4

(1) 灌漑利用可能地

灌漑利用可能地は、既存の灌漑システムが利用可能な地区、あるいは比較的容易かつ経済的に回復可能な地区とする。

- ・ 灌漑が現在利用されている地区
- ・ 部品の交換、補給などで灌漑が回復可能となる地区

(2) 灌漑利用不可能地

灌漑利用不可能地は、現在灌漑施設のない地区及び施設があっても大幅な灌漑施設の改修が必要で、回復計画が立っていない地区とする。

- ・ 灌漑施設のない地区
- ・ ポンプ場や主要機材が破損、消失している地区
- ・ 長期間利用されず放置されている地区

(3) 灌漑利用のポテンシャル評価

2001 年の調査において灌漑施設が機能し灌漑が可能となっている地区（軽微な修理を含む）と、ポンプ施設が機能不全で灌漑が不可能になっている地区の面積は下表のようにまとめられた。これらの灌漑システムの機能状況に伴う灌漑利用可能地の評価は 2～3 年毎にアップデートされることが必要である。

灌漑利用のポテンシャル評価

単位(ha)；

農業ゾーン	ゾーンⅠ 小カルパチア山 麓扇状地	ゾーンⅡ マラツキー 平地	ゾーンⅢ 河川氾濫原	ゾーンⅣ ブラチスラ バ近郊	合 計
灌漑施設整備面積	2,399(6)	9,652(7)	622(2)	3,551(6)	16,224(21)
灌漑可能地	800(2)	7,885(4)	0(0)	1,295(2)	9,980(8)
灌漑不能地	1,599(4)	1,767(3)	622(2)	2,256(4)	6,244(13)
評価年	2001	2001	2001	2001	2001

() 内は灌漑システム数

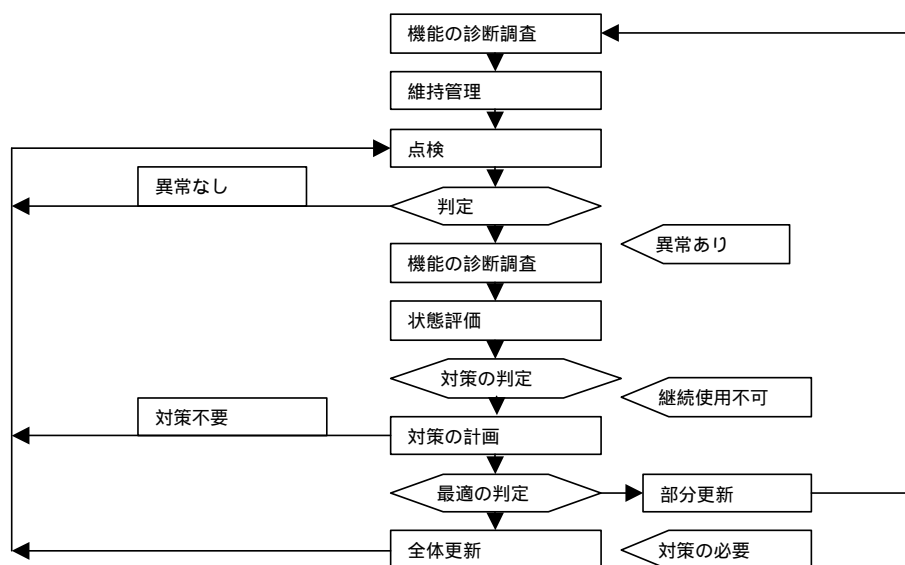
対策 2.2 施設のリハビリ

(1) 灌漑施設の事後保全と予防保全

安定した水供給のために、灌漑施設の維持管理は計画的に行う必要がある。施設の老朽化・施設の更新の時期、整備レベル（部分更新、全面更新）は、施設のライフサイクルなどの経済的視点や、破損などによるリスクマネジメントを考慮した総合的な施設機能の診断が重要である。その際、施設の事後保全（劣化現象に対する改善対策） 予防保全（劣化現象が現れる前に講じる予防対策）の二つの観点からを考慮した維持管理計画の立案が求められる。

施設の長寿命化と、その期間のトータル的な管理費の最小化を図るためには、的確な管理と情報が必要であり、それらに基づく施設機能診断と維持管理・更新の手続きは以下のようなフロー図に示される手法・制度が必要となる。

土木及び機械施設は、工種ごとにそのライフサイクルはあるが、年の経過とともに維持管理費が大きくなり、管理がよりシビアとなる。通常の維持管理は、施設の故障、劣化が生じてから修理を行う事後保全として実施される。しかし、施設の劣化や故障により生じる機能の中断が、農業生産や地域の社会生活に大きな影響を与える施設では、致命的な故障が生じる以前に他の施設へのダメージ・影響を小さくし、トータルとしての管理コストを小さくする予防保全の管理手法を取り入れることも重要である。



維持管理及び改修計画のフローチャート

(2) 施設の機能評価

灌漑施設の機能評価のためには、施設を工種単位に分類し、各施設の内容・機能を整理する。定期的に施設の機能検定、破損、消失等のチェックを行い、評価に基づく更新計画を立て、円滑な維持管理に資するものとする。

1) 機能評価機関と検定施設内容

灌漑システムの主な施設コンポーネントは取水工、ポンプ場、パイプネットワーク、圃場灌漑施設（スプリンクラー）からなっている。これらの施設のうち取水工、ポンプ場、パイプネットワークの維持管理、機能検定は SWME-PD あるいは SWME-PD から委託された民間管理会社が行なっている。圃場灌漑施設は農業者が整備し、機能検定、維持管理を行なっている。灌漑施設は、2002 年時点で 20～30 年以上経ており、老朽が進んできているため、定期的な施設機能評価を強化する必要がある。維持管理者へのヒアリングと現地調査より、施設機能評価には次表のような施設について、所定の頻度で検定することとなる。

ケーススタディ地区の灌漑施設の機能評価事例

第 3 部 2.2.2

施設管理のための機能検定項目

施設項目	チェック 機関	検定施設内容	検定頻度	
			内容チェック	機能チェック
取水施設	SWME-PD	取水口、ゲート、スクリーン、吸い込み管等の構造・機能・破損状態	年：1回	2年：1回
ポンプ場施設	SWME-PD	変圧器、モーター、ポンプ、弁類、コントロールパネル、圧力タンク等の構造・機能・破損状態、	年：1回	年：1回
パイプライン施設	SWME-PD	管路の漏水、水管理の弁類、ハイドラント等の構造・機能・破損状態	年：1回	5年：1回
圃場灌漑施設	農業者	スプリンクラー	年：1回	年：1回

2) 取水工とポンプ場の機能評価

取水工とポンプ施設の内容を台帳に従い、定期的に機能と管理状況とを評価し、運転管理、及び補修計画の基礎資料に資する。本調査地域では、ポンプ場施設の破損や、機材の消失により、通常の補修改善程度では回復が不可能なポンプ場もある。したがって、このようなポンプ場は再建計画が必要となる。ポンプ機種が古いため部品を得ることが難しいので、各ポンプ場の残存部品は他のポンプ場で利用することもでき、部品の有効利用を図っていく必要がある。

3) パイプラインの機能評価

パイプラインの機能検定は地中のパイプとバルブ、空気弁、ハイドラントなどの付属施設について行う必要がある。パイプの機能検定は通水テスト（漏水テスト）により機能を確認する。付属施設は、地上構造物であるため、目視により破損状態を調べるとともに、通水テスト時にもその機能をチェックする。

道路の新設、ガスパイプとの交差などの工事で、パイプの一時撤去後、復旧が完全になされず、漏水の事故が報告されている。このような事故を防ぐために他の公共事業との責任分担を明確にして、工事完了後は通水テストを実施し、機能を確認することが重要である。

本調査の一環として、2001年にケーススタディ地区マーレレバーレにおいてパイプラインの通水テストを実施し、パイプの機能を確認した。今後の通水テストはこの手法（通水圧力、チェックポイントなど）を参考にして進めることができる（Supporting Report B.9 Irrigation and Drainage を参照）。

4) 圃場灌漑施設

農業者が管理する灌漑機材の95%はリールホース・スプリンクラーである。ザーホラスカ低地の機材は古く、現在利用できるものは30%、修理を要するもの10%、再利用

できない状態にあるものが 60%となっている。灌漑農業を拡大していくためには、農業者の持つ灌漑施設の整備が大きなポイントで、技術・資金両面のサポートが必要である。

圃場灌漑施設の整備状況は、「Analyza Technologického Stavů Zavlažovacího Detailu Na Slovensku」(発行：Výskumný Ústav Melioračl A Krajinneho Inžinierstva) で報告されており、これらの資料は将来の整備計画、予算の作成等に利用できるものと思われる。

(3) 施設機能回復の優先度の評価と復旧計画の立案

灌漑システムの復旧計画は、施設機能回復について技術的、経済的に検討し、その優先度を選定し、これに農業者の灌漑に対する要望などを考慮した上で策定する。

1) 施設機能回復の優先度の評価

本調査地区には 21 の灌漑システムがあるが、しかしながら 2001 年においては、8 箇所の灌漑システムしか稼働しておらず、残りは休止していた。灌漑システムは取水工、ポンプ、パイプネットワークの組合わせになっているが、これらの施設のうち、取水工の機能不全によって灌漑が停止しているシステムはなかった。また、パイプラインは長年利用されていない地区もあるが、ハイドラントを除き損傷は少ない。灌漑システムが利用されていない原因は、ポンプ場の欠陥がキポイントとなっている。したがって、施設機能回復計画の優先度はポンプ施設の機能状態、利用状態、回復コストなどの評価によって位置づける。因みに本地区内の 21 灌漑システムは以下の 4 カテゴリーに分類し、優先度を評価する。

施設機能評価

分 類	内 容	灌漑システム	ポンプ場の数	灌漑面積 (ha)
カテゴリー I	ポンプの補修を行ないながら、2001 年において灌漑が行なわれている	8	10	9,980
カテゴリー II	ポンプは起動していないが、部品等の更新、補給で回復は可能	4	4	3,319
カテゴリー III	長期間運転されておらず、圧力タンク、配電パネルなどの更新機材が大	4	4	1,179
カテゴリー IV	主要機材、ポンプ場の破損、消失が大きく回復が困難	5	5	1,746

(評価年：2001 年)

カテゴリー I：

2001 年まで継続して運転してきたポンプ場である。中には破損しているポンプ、他のポンプとの部品取替え等で運転しているものもあるが、ポンプ場の送水システムはトータル的に機能している（ロホゾニク灌漑システムにおいては、ポンプの改善が完了している）。

カテゴリー II :

ポンプそのものを取り替えるほどのダメージはないものの、モーター、部品の破損、パーツ、変圧機等を整備することで、運転可能となる。

カテゴリー III :

ポンプが破損し、部品も消失している。5～10 年以上も運転されておらず、パーツの補給や、モーターの一部交換程度では、運転再開は難しい。

カテゴリー IV :

主要なポンプ、モーターが破損、あるいは消失しており、新たな機材整備が必要である。復旧ではなく、新たな計画に基づく再建計画が必要である。

以上のような施設状況から、機能の回復事業の優先度は、施設改善が比較的容易かつ経済的に回復可能なカテゴリーI が最も高い灌漑システムと評価できる。以下カテゴリーII、III、IV の順に位置づけられる。

2) 復旧計画の立案

a) 復旧計画の分類

復旧計画は施設の損傷度合から、補修程度で機能回復ができるポンプ場（リハビリ計画）と、ダメージが大きく灌漑計画を含めた再建計画からはじめる必要のあるポンプ場（再建計画）に分けることができる。上記(2)に示すポンプ施設機能評価から、各機場をリハビリ計画と再建計画に分類し、段階的に改善整備を進めていくことを提案する。リハビリ計画をフェーズ I として実施し、次に再建計画をフェーズ II として取り組んでいくことが提案できる。各ポンプ施設の回復計画のフェーズ分類は下表のように位置づけられる。

灌漑施設の復旧計画

回復計画 ステージ	施設機能分類	対象面積 (ha)	計画内容	対象ポンプ場
リハビリ計画 (フェーズ I)	カテゴリーI, II (11 の灌漑地区 と 12 ポンプ場)	13,299	ポンプ、配電パネル等の 機材の、補給、改善が主 体	StupavaI.Cs01, Cs1, Cs2, Zahorska ves, Gajary, Dolecky, Kostoliste, Lozorno Cs1,Cs2, Plavecky, Sekule, Zavod, Male levare, Stupava.I
再建計画 (フェーズ II)	カテゴリーIII,IV (10 灌漑地区と 10 ポンプ場)	2,616	農業者の灌漑農業への意 向調査、灌漑計画の見 直し、ポンプ施設の再建	Stupava.I. Cs3, Stupava.II.Cs4, Cs5, Lozorno-Lintary, Jablonove, Jakubov, Kuchyna, Tomky, Vysoka Morava (Management by private company)

(Vysoka Morava Pump station は民間所有のものであり、再建計画から除外する)

復旧計画立案は施設機能回復の優先度に応じて進められるが、農業者は灌漑に対し施設機能回復以外に以下のような課題を持っている。

- ・農業者は灌漑機材の準備ができない

- ・ 農業者の希望する灌漑システムになっていないため利用できない
- ・ 灌漑投資に対し、増産効果がすくない（穀類）ため灌漑への意欲が低い

したがって、灌漑復旧計画は、施設機能回復の優先度評価と農業者のもつ課題等を総合的に検討し、立案することが必要である。

b) 優先回復計画地区

リハビリ計画の中でも、現在灌漑が行なわれているカテゴリー Ⅰ地区は、ポンプ、パイプライン等の施設がトータル的に機能しており、また、農業者が灌漑を志向しているなどの条件から、優先順位の高い地区と評価できる。カテゴリー Ⅰの全体面積は 9,980ha、そのうち現在利用されている灌漑面積は 2,980ha で、残る 7,000ha が再整備対象面積となる。

c) 復旧計画の実施手順

上述するように、灌漑施設を 4 つのカテゴリーに分類し、復旧計画をリハビリ計画と再建計画の 2 つのフェーズに分けて進めることを提案している。これらの灌漑施設を改修して灌漑農業を促進するためには施設復旧のための投資が必要となる。ケーススタディ地区の改善費を基礎に、調査地域全体の概算事業費を下表のように推定した。今後この概算事業費の精度の向上を図りながら、施設改善の経済的効果、復旧計画の予算手当、農業者のニーズなどを総合的に評価し、事業の実施計画を効率的に立てることが重要である。

灌漑復旧計画の概算事業費

カテゴリー	面積 (ha)	単位面積当たり事業費 (SKK/ha)	事業費 (SKK)	備考 (US\$)
カテゴリー Ⅰ	9,980	6,000	59,880,000	1,330,667
カテゴリー Ⅱ	3,319	21,600	71,690,400	1,593,120
カテゴリー Ⅲ	1,179	50,800	59,893,200	1,330,960
カテゴリー Ⅳ	1,746	72,600	126,759,600	2,816,880
合 計	16,224		318,223,200	7,071,627

出典：JICA調査団(2002)

灌漑施設回復の経済性に関するケーススタディでの試算結果

ケーススタディでの分析結果からは、灌漑施設が最大限利用されること（シナリオ A）を想定すれば、カテゴリーⅠ～Ⅲの施設回復は経済的に妥当と判断されるが、復旧した灌漑施設の利用程度が低い場合（シナリオ B、C 水準）カテゴリーⅠ以外の施設の回復は経済的に妥当とは言えないとの試算結果を得た。これらの経済評価は、今後、調査対象地域での事業費及び事業効果の精度を上げて、分析する必要がある。

対策 2.3 維持管理強化

(1) ポンプ施設の維持管理の強化による灌漑水の安定供給

灌漑施設のうち、ポンプはキー施設である。ポンプの安全運転には定期的な機能検定と的確な保守管理が必要である。地域全体のポンプ部品の統合化などによって効率の良い利用を図る。

ポンプ施設の維持管理の強化は、稼動しているポンプ場も含め、予算の有効利用から投資効果の高い優先地区から強化する。灌漑システムの全体にわたり平均的に行なうものではなく、予算の集中化、部品の統合化によって効率の良い利用を図る。ポンプはチェコ製で、パーツ類の購入はチェコからの取り寄せとなる。したがって、補修に長い期間を必要とするため、整備は灌漑が休止する冬季間に行なうことが効率的である。

(2) 末端施設の適正管理（土地利用権との一体化）

パイプラインの事故のうち、水管理用バルブ、空気弁、ハイドラントへの大型機械の衝突からパイプが破損する事故が最も多い。末端施設の機能と管理について農業者の理解を得ることが重要である。

灌漑施設は取水工からパイプラインの末端（ハイドラント）まで SWME-PD（組織改革後は SWME-ID による管理）の資産となっており、SWME-ID と管理を委託された民間会社がこれを管理している。しかしながら、末端灌漑施設である制水弁、空気弁、ハイドラントは農地内にあり、農耕の時に、大型機械と衝突する事故が多い。これらの事故はパイプラインの漏水、破損の原因になっている。農業者にはパイプライン及び末端施設の位置、構造などの図面・マニュアルの配布、講習会等により施設機能の理解と協力を得ることが重要となる。

マニュアルのポイント

- ・安全管理のための配管図
- ・末端施設の管理と運用、操作の説明
- ・安全のための圃場機械の運転
- ・農業者サイドからの施設の損傷、破損、故障等の報告

対策 2.4 施設機能の改善

(1) 集約型/小規模灌漑区へ適応できる灌漑施設への改善/変更

ザーホラスカ低地の農業は、市場経済の進展に伴い近年、野菜、果樹などの灌漑を伴う集約型農業への期待が高まっている。灌漑施設の有効利用のためには、集約型/小規模灌漑区へ適応できる灌漑施設への改善/変更が必要である。

既存ポンプ灌漑システムは、穀類を対象とした灌漑システムが基本となっており、圃場での散水機具はリールホース・スプリンクラー、センターピポットなどを使うことを目的として建設されている。パイプネットワークは管網システムで、ポンプは数台セットされており、ポンプから圃場へ送る水量はポンプの運転台数によってコントロールされている。一台のポンプの送水量は、平均 3,000～7,000 l/min の規模であり、灌漑面積は 20 ha から 100 ha が可能となっている。パイプラインの圧力は 5～7 kg/cm² と高い。1 つのハイドラントからは 15～20 l/sec の流量が給水される。このような灌漑システムは集約型・小規模灌漑に対しては不向きである。安定した灌漑水を無駄なく供給し、集約型灌漑施設に対応していくためには、以下のような対策が必要になる。

- ・ 流量コントロールのための小型ポンプ
 - 基幹ポンプの送水流量を補完するポンプ
- ・ 調整水槽（ファームポンド） 小型ポンプ等の設置
 - 末端圃場での水需要の変動や水利用を自由に調整するための施設（調整水槽）
 - 調整水槽以後圃場へ送水するための小型ポンプ
- ・ 減圧装置の設置
 - ハイドラントからドリップ等の低圧散水機に繋ぐための装置

また、集約型・小規模灌漑システムは肥料、薬剤注入装置が導入でき、施肥、害虫・病気の防除労働力を減らすために有効である。

ケーススタディ地区（第 3 部参照）のスプリンクラー利用計画では、栽培作物と施設の効果的利用面を考慮して、ハイドラントはそのまま利用し、穀類、サンフラワーに対してはリールホース式スプリンクラー、野菜に対してはリールホース式スプレイ式散水を利用することを提案している。

(2) 自然圧を利用した低圧力灌漑

貯水池利用の灌漑システムで、貯水位と畑地の標高に差がある地区では、自然圧を利用する灌漑システムへの改善が可能である。

小カルパチア山麓地区の北西部に位置するゾーンⅠは、灌漑水源を貯水池に頼っている。貯水池と耕地には標高差があり、限定された地区（ロゾルノ、クヒイニャ、ペルベッキ）ではあるが、この落差を利用して集約栽培である野菜、果樹への低圧力散水灌漑が可能である。この灌漑方法の導入には、対象予定地区の測量、パイプラインの設計、作物に適した灌漑機具の選定が必要である。

対策 2.5 用水管理の改善

(1) 利用者の参加による水管理

近年、栽培の多角化、集約型農業の拡大により、灌漑水に対する要求がシビアになってきている。農業者の水需要に的確に対応するためには、利用者の参加（情報提供）による水管理が重要である。

灌漑計画は冬作物（麦類）と夏作物を組み合わせた輪作営農を前提としており、ポンプ容量や水利権は全灌漑計画面積の約 4 割相当規模で計画されている。灌漑農業の内容は計画当初のそれとは変わってきており、灌漑施設の回復を図る地区では、新たな灌漑計画を作成する必要がある。その際、1 つの灌漑組織を幾つかの農業者が利用する場合には、関係者の協議によって同一時期の灌漑利用水量が灌漑施設の能力を超えないよう調整する必要がある。

灌漑水は水源から圃場まで水管理者（SWME-ID、民間管理会社）によって給水され、農業者はハイドラントから水を利用するシステムである。しかし、農業者はポンプ施設の故障、節電などの理由で一方的に給水が止められる。このことは灌漑農業拡大への制限要因のひとつになっている。水管理に農業者も参加する（主に情報提供など）ことで、水管理者は農作物の灌漑の必要性、緊急性を農業者から知り、効率的な水配分とタイムリーな送水が可能となる。また、水管理者は幹線パイプ、ハイドラント、バルブ等の破損などの情報も農業者から得られる。一方、農業者の灌漑施設利用に対する要望は以下のようなものがある。

- ・ 灌漑施設の利用可能地域の確定
- ・ 集約的灌漑施設の改善への対処
- ・ 灌漑水の利用期間（季節と時間）の設定

したがって、水管理者は農業者の多様な水利用の要望に対処できるよう水管理の強化を図っていくことが必要である。

圃場レベルの課題として、灌漑面積が拡大してくれば、順番に水を使うローテーション灌漑が必要となってくる。また、灌漑可能日であっても、1 つのローテーション内で

のハイランド利用は一度に4～5個に限定される制約が出てくる。したがって、ローテーション内、あるいはポンプ係全体が関係する農業者間で「水利組合」が必要になってくる。すなわち、ローテーション灌漑は決められた灌漑日を遵守するため農業者同士の協力が重要となる。農業者間の「水利組合」組織の推進は、円滑な灌漑を達成するためにローテーションの管理をする管理会社、SWME-IDの指導の下で促進されることが望まれる。

(2) 広域レベルでの水管理協議会の設立

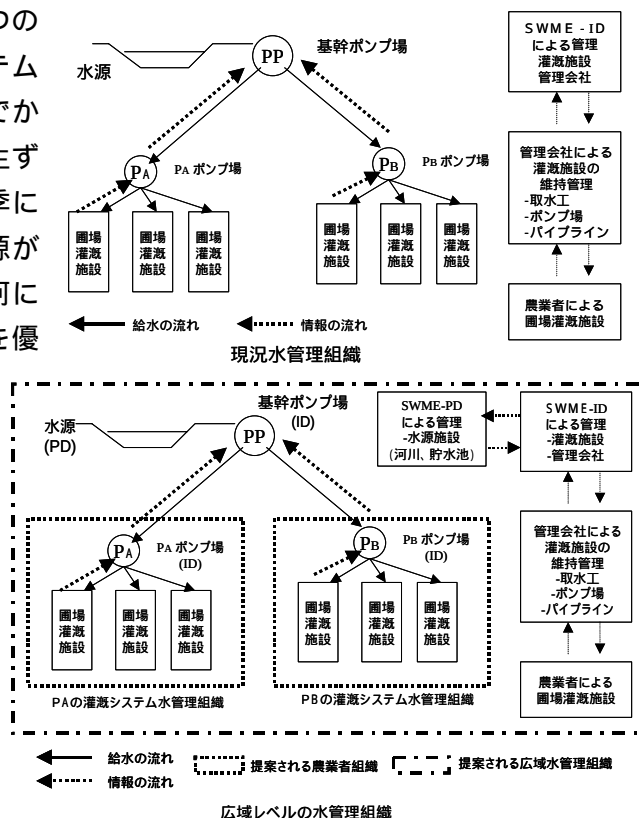
1つの水源（水路、貯水池、取水専用ポンプ）を、複数の灌漑システムが利用する場合、合理的な水配分と、水源の有効利用の点から水源単位の水管理協議会の設立が必要である。

ザーホラスカ低地の本調査地域では、1つの水源を複数の灌漑システムが利用しているケースは下記の5つである。

1つの水源を複数の灌漑システムで利用しているケース

No.	水 源	利用している灌漑システム		灌漑面積 (ha)
		システム数	関連灌漑システム	
1)	Malolevsky kanal	3	Sekule-Male levare cv3, V4 zavd, csv5	2,540
2)	Morava (Stupapa:P1)	3	Stupava cs1, cs2, cs3	2,440
3)	Morava (Stupapa:P5)	2	Stupava cs1, cs4, cs5	670
4)	Morava (Gajary:P11)	2	Malacky Ics Dolecky, Iics Kostoliste	6,670
5)	Lozorno Reservoir	2	Lozorno cs1, cs2	1,380

このような複数の灌漑システムが1つの水源を使う場合は、単体の灌漑システムの水管理だけでは、地域全体に公平かつ合理的な水配分ができない事態が生ずることが予測される。すなわち、夏季に水の利用が集中する場合あるいは水源が不足する場合、各灌漑システムへ如何にして均等に水を配分するのか（上流を優先するのか、作物別に重点配分をするのか）が問題となってくる。したがって、今後水需要が増大してくると、水源単位の水需要とその配分、ポンプ運転時間、給水量、ローテーション灌漑などについて、農業者と水管理会社の参加による運営協議のもとで、有効、公平な水利用を図って行くことが必要である。



対策 2.6 栽培に対応した灌漑機材の整備

農業経営の多角化と、集約農業により灌漑栽培への意識が高まってきており、野菜、果樹栽培に適した灌漑方法、機材の整備が必要である。

(1) 灌漑機材の整備条件

灌漑施設の約 93% がリールホース式の大型スプリンクラー である。リールホース式スプリンクラーは穀類に適してはいるが、野菜には圧力が高く、水滴の大きさから不向きである。また、果樹に対しては節水上の面から不適當である。今後は栽培の多様化から、各作物に適合する灌漑機材の整備が必要になってくる。したがって、整備に当たっては、以下のような基礎条件を確定し、適正な灌漑機材を整備する。

- ・栽培作物の選定（野菜、果樹）
- ・灌漑地区の選定（パイプライン・ハイドラントの位置）
- ・栽培面積、投資資金、労働力などの確定

(2) 灌漑機材の選定

圃場におけるハイドラント以降の灌漑機材は農業者自身が整備する。農業者に対し、灌漑機材の紹介、選定、効用、整備手順、技術指導、予算などの普及・指導活動が必要である。灌漑機材の技術普及機関としては、SWME-ID が中心となって行なわれるが、機材据付等の設計はコンサルタントに依頼することも可能である。

作物に対する適正な灌漑機材、灌漑労働力、散水量などの利用条件の例を下表に示す。

圃場灌漑機材の利用条件

灌漑機材		栽培作物	作物の高さ(m)	圃場の傾斜(%)	圃場の形状	圃場面の状態	1ユニットの灌漑面積(ha)	灌漑労働力(hr/ha)	散水量(mm/hr)
散水灌漑方式	固定式	野菜・果樹	制限なし	制限なし	制限なし	制限なし	1 以上	0.1-0.2	1.3-50
	車輪移動	野菜	1.2	5-10	矩形圃場	車輪部の整形	10-30	0.2-0.7	2.5-50
	移動式	野菜	制限なし	20	矩形圃場	運搬道路の整形	1-25	1.2-3.7	2.5-50
滴下灌漑方式	点滴	野菜・果樹	制限なし	制限なし	制限なし	制限なし	1 以上	0.1-0.2	2-8 l/hr.pc
	スプレイ	果樹・花卉	制限なし	制限なし	制限なし	制限なし	1 以上	0.1-0.2	Max120 l/hr.pc
	穴あきホース	野菜・苗	制限なし	制限なし	制限なし	制限なし	1 以上	0.1-0.2	Max12 l/hr.pc
	地下点滴	野菜	制限なし	制限なし	制限なし	制限なし	1 以上	0.1-0.2	2-8 l/hr.pc

灌漑機材は作物ごとに以下のような機種の利用が推薦される。すなわち、麦、メイズ、ヒマワリにはリールホース式散水機、センターピポットなどの高圧・大型散水機、野

菜にはスプレイ式散水機、中低圧移動式スプリンクラー、果樹（一部野菜を含む）にはドリップ灌漑が適する。散水機の概算施設コストについて、下表のよう見積もりを参考として示すことができる（2002 年の見積もり実績）。

圃場灌漑機材の概算コスト

項 目	単 位	リールホース スプリンク ラー	リールホース スプリンク ラー：スプレ イタイプ	移動式スプリ ンクラー	ドリップ灌漑
資機材購入費	(1 SKK/set)	450,000	568,122	84,600	180,000
補助後の農業者負担(30%)	(1 SKK/set)	135,000	170,437	25,380	54,000
資機材の寿命	年	12	12	12	12
灌漑面積	(ha)	18.2	10.4	1.0	1.0
資機材費用	SKK/ha・年	618	1,366	2,115	4,500
維持管理費	SKK/ha・年	31	68	106	225
コスト合計	SKK/ha・年	679	1,456	2,234	4,738

出典：JICA調査団(2002)

対策 2.7 集約型農業にも対応可能な圃場灌漑システムの改善

集約型農業は付加価値の高い営農が可能となるが、そのためには作物に適合した灌漑システムが必要となる。すなわち、灌漑機具の適正な選定と利用技術、また、灌漑の多目的利用のために調整水槽などが必要となる。

(1) 圃場灌漑システム

集約型農業の対象となる作物は生産性と品質管理の上で灌漑が必須条件となってくる。灌漑方法は中、低圧力で、よりシビアな流量コントロールの可能な給水システムが採用される。したがって、既存のパイプラインとの接合点では減圧装置、流量コントロールなどの施設が必要となる。灌漑機具として、ドリップ灌漑、マイクロ スプリンクラーは低圧力灌漑、スプリンクラー は中圧力灌漑となる。灌漑機具は、作物の品種、栽培方法、農作業と灌漑の両面が持つ作業性などで選定される。

また、灌漑システムに多目的散水プラントの導入を図れば、水分補給のためだけの利用ではなく、液肥の補給や病虫害防除薬の散布も可能となるとともに、これらの労働力の削減もできる。

(2) 送水システム

集約型農業の圃場灌漑システムは灌漑水量、灌漑時間の細かなコントロールが必要となるため、既存のポンプ・パイプラインの規模と構造では十分な対応が難しく、以下のような対策が必要となる。

- ・流量コントロールのために小規模なポンプの導入
- ・自由に灌漑コントロールを行なうために、調節水槽（ファームpond）とポンプの導入

対策 2.8 節水技術の確立

節水灌漑は水源の有効利用や灌漑経費（電力、灌漑作業）の節約に大いに寄与する。地域の節水灌漑普及には土壌水分管理に基づく節水技術の確立、量水計、送水施設の改善などの対策が必要となる。

(1) 土壌水分評価による節水栽培

灌漑水は、水源のポンプ場から圃場までパイプで送水され、圃場ではスプリンクラーによる灌漑が採用されており、灌漑システム上から生ずる水の損失は極めて少ないシステムとなっている。しかし、送水に電力を利用しているため水価が高いため、灌漑水量の節減は営農経費の節約に寄与する。

節水灌漑のポイントは、圃場容水量の範囲で、効率的に灌漑する土壌水分管理が重要となる。各土壌タイプに対し圃場容水量を明らかにし、さらに作物根域群から求められる利用可能量との関係で求められる灌漑水量、間断日数、散水強度などのコントロールにより節水を図る。そのためにはザーホラスカ低地における節水灌漑のための土壌と作物に関連する技術の基礎的資料の積み上げが必要である。また、農業者自身による土壌水分管理が重要となる。

(2) 量水計の設置

集約型農業に導入される散水施設は、ドリップ、マイクロ スプリンクラー など節水型灌漑システムである。したがって、これらの施設の導入パイプ部には量水計を設置し、農業者自身による灌漑水量のコントロールを可能にするとともに、流量計は農業者自身が灌漑水量を確認する上でも重要な施設である。

(3) 送水施設の改善

節水灌漑は圃場における節水灌漑型施設の導入とともに、ポンプ、パイプラインなどの基幹施設も節水灌漑に対応したものでなければならない。すなわち、農業者のシビアな水需要に対応した送水システムでなければ、ポンプ場から送られる水は無効放流となり、電力も無駄に消費される。栽培に適応し、タイムリーに灌漑水を送るには、農業者の利用計画情報に基づく送水管理技術の向上、小規模ポンプの増設、調整池の設置など、ソフト・ハード両面からの対処が必要である。

項目 3 排水

対策 3.1 排水対策としての土地資源評価

土地の排水特性について、洪水氾濫危険地域、湛水危険地域、自然排水可能地域を特定し、各地域の排水事情と営農リスクを評価し、これを土地資源評価項目に加える。

ザーホラスカ低地に位置する本調査地区は、排水事情から3つの排水特性地区に分けられ、各地区の排水対策によってその機能と営農リスクは以下のように評価できる。

(1) 洪水・湛水を受ける地区（モラバ川 河川敷）

モラバ川の河川敷及び遊水区域で、この中にある農地は洪水時に氾濫、融雪時には湛水の危険があり、また被害も受けている。しかし、河川敷であり、排水路改良の対策は制限されているため（排水対策の持てない地区）、リスクを前提として作付する農地である。

(2) ポンプ排水地区（環境保護区）

モラバ川堤防とマロレバルスキー／ゾホルスキー 排水路に挟まれた環境保護区で、春季3月～5月の融雪期、夏季の洪水期には、恒常的にポンプ排水が必要となっている地区である。

現在、2箇所のポンプ場の排水で、洪水氾濫の危険はなく、湛水も限られた狭い範囲に生じている程度である。この地区はポンプ排水をしなければ湛水するため、ポンプ稼働の可否が湛水リスクとなっており、排水改良コストの掛かる農地である。

(3) 自然排水地区（東部地区）

この地区はマロレバルスキー／ゾホルスキー排水路の東側で、ミヤバ、マリナ、ルダバの排水河川と人工的に建設された排水路によって自然（グラビティ）排水が行なわれている。これらの河川の下流域には洪水時にモラバ川の背水影響を受けるため、逆水ゲートなどで浸水を防いでいる地区、またサイホンによってポンプ排水区へ導水している圃場もある。

したがって、この地区の排水は自然排水を基本としている地区で、湛水による営農のリスクは少ない農地である。上述の3地区の面積と営農リスクは以下のように評価される。

排水区と営農リスク

地 区	モラバ河川敷地区	環境保護地区	東部地区	Total (km ²)
地区の排水性特徴	洪水・湛水を受ける地区	出水時期はポンプ排水が必要な地区	自然排水が可能な地区	
Area (km ²)	40.8	175.1	395.3	611.2
営農リスク	排水施設を持たないため営農リスクは大	営農リスクをポンプ排水に依存している	営農のリスクは少ない	—

対策 3.2 環境保全地区の開発規制の維持

モラバ川河川敷及びその沿岸は環境保護区として指定されているが、農業適地であり、私有地も多い。しかし、灌漑、暗渠排水等の施設建設は制限されており、自然との共生の中で持続的農業を行なうことが必要である。

モラバ川の河川敷とマロレバルスキー／ゾホルスキー排水路に挟まれた一体が、貴重な生物資源及び棲息場所の劣化・喪失を招くことのないよう環境保護区になっている。保護区内の農地は、肥料、農薬などのインプットへの規制はないが、灌漑、排水暗渠などの開発規制が行なわれている。

地表水はマロレバルスキー／ゾホルスキー排水路によって集められ、ポンプによって排水されている。環境庁は地域の動植物の貴重種を保護し、エコシステムの保全を積極的に行なっている。SWME-PD は環境保護区が排水過剰とならないように排水路の水位、地下水位などを考慮した管理の下でポンプ運転を行なっている。また水路沿いの植物貴重種の伐採防止などの指導も行なっている。したがって、環境保護区における農業では、ポンプ、水路の維持管理は以下のような配慮の下で行われることが重要である。

排水施設の環境管理

管理施設	環境管理
排水ポンプ場	- 排水路の水位と地下水位の管理に基づくポンプの運転管理 - 保護湿地区の水分保全を考慮したポンプの運転管理
排水路(マロレバルスキー／ゾホルスキー排水路)	-水路内のエコシステムの保護のための情報管理(貴重種のリスト、位置) -環境保全を配慮した水路管理(清掃、改修)

対策 3.3 排水対策指針

(1) 排水区分と単位排水量

排水区分は集水区域と排水特性の関係から大きく 3 つに分割され、さらに 17 の小排水区に分割される。排水管理の基礎資料となる排水量は、ミヤバ、ルダバ、マリナの流域に分けてそれぞれ単位排水量から算定する。

1) 排水区分

調査地域内の 3 つの集水区域の流域面積、小排水区、排水方法、排水管理施設の特徴は以下の通りである。

排水区分				
集水区	流域面積(km ²)	小排水区	排水方法	排水管理施設
モラバ川河川敷区域	40.8	—	自然排水	排水施設は無し(モラバ川)
環境保全地区域 (ポンプ排水区)	175.1	2	ポンプ排水	ポンプ場、排水路、サイホン、ゲート (Malolevsky & Zohorsky 排水路)
自然排水区域	395.3	15	自然排水	排水河川、排水路、サイホン、ゲート (Mlaka, Malina, Rudava, Myjava)

a) モラバ川河川敷区域(排水対策の持てない地区)

この地域はモラバ川の河川域内と遊水地で、その面積は 40.8km² で、高水敷には農地や森林がある。高水敷にある農地ではリスクのある農業も行われているが、人工的な排水改良は行えない地域である。

b) 環境保全区域(ポンプ排水区)

ポンプ排水区域はモラバ川堤防とミヤバ、ルダバ、マリナ川に挟まれた地域で、面積 175.1km² である。この地域の排水は、南北に縦断するマロレバルスキー排水路とゾホルスキー排水路によって地表水を集水し、モラバ川に排水している。2 月下旬から 4 月下旬の融雪期間、また夏の洪水期間は、これらの排水路の水位は、モラバ川の高水位より低くなり自然排水が不可能となる。したがって、この期間の排水のために 2 箇所のポンプ場が建設され、機械排水を行なっている。この地域の農地保全のためには、これらのポンプが良好に運転管理されなければならない。また、ポンプ場への集水路となっているマロレバルスキーとゾホルスキー排水路の維持管理が重要となる。

c) 東部地区（自然排水区）

ルダバ、マリナ川の中、上流域、さらにはムルカ川の流域は、モラバ川に重力排水している。これらの川の下流域では、モラバ川の高水位の影響を受けるため堤防が整備され、また、逆水防止のゲート、サイホンなどの施設で自然排水を行なっている。この地域の自然排水を維持するためには、これらの施設の管理が不可欠である。

2) 単位排水量等の諸元

東部地区の 3 河川は、長期間の流量観測を行っており、単位排水量等の諸元は下記のように整理できる。これを排水施設のリハビリ計画を検討する際の基礎諸元とする。

主要河川の単位排水量

河川名	マリナ & ルダバ			ミヤバ		
	確率年 1/2	確率年 1/5	確率年 1/10	確率年 1/2	確率年 1/5	確率年 1/10
単位排水量 (m ³ /s/km ²)	0.030	0.045	0.062	0.070	0.135	0.215

排水施設改修のための単位排水量は、小水路で 1/5 確率年、幹線水路で 1/10 確率年程度とするが、過去の観測データがあれば、それも考慮する。尚、この単位排水量は地区内の排水を集める河川（ルダバ、ミヤバ、マリナ）の流出水より求めており、詳細は Supporting Report B.8 を参照。

3) 排水路の管理計画

ザーホラスカ低地の排水路の管理計画では、暗渠排水の確保を考慮した排砂・浚渫の実施が重要となる。そのためのポイントは、以下のように整理される。

- ・単位排水量から地点流出量を算定
- ・現況の水路断面形状から、断面流下能力と排水時水位を推定
- ・排水路中の想定水位と暗渠出口高さの関係の把握
- ・排砂等の管理作業の必要性の判定

(2) 洪水、湛水被害の軽減

洪水対策はモラバ川の堤防改修の早期完成であり、湛水被害の軽減対策は排水河川、ポンプ場への集水路、サイホン、ゲート、人工排水路等の維持管理の強化・改善を図ることである。

1) モラバ川堤防の改修

調査対象地区の最終排水河川となるモラバ川の堤防整備は、2003年完成を目途に改修事業（堤防の嵩上げ）が進められており（1997年既往最大洪水量に対応した計画）事業の完成によって、モラバ川の洪水による地区内への氾濫等の洪水被害からは解消される。したがって、堤防の早期完成とその後の維持管理が必要である。

2) 集水路の維持管理（ポンプ排水区域）

ポンプ排水地区となる地区西側の集水域（175.07 km²）は、モラバ川の水位が地区内より高くなる負の要因を持つ地区である。ポンプによる継続的な排水管理が行なわれているが、局所的に低い圃場では湛水が起きている。湛水地区の排水には、ポンプへ水を送る集水路の維持管理が重要である。具体的には集水路の排水の障害となる雑草、堆砂の除去により、効率の良い排水を図っていくことが必要である。

3) 排水施設の改善（自然排水区域）

自然排水地区であるマリナ、ルダバ、ラクシャルスキー川(排水路)の下流域の低地では、洪水時にモラバ川の高水位の影響を受け排水不良地になっている。このような低地では、以下のような施設で排水対策を講じている。

- ・サイホンを使って、より低い排水路への重力排水
- ・モラバ川の高水位を逆水門により遮断し、低水時に重力排水
- ・人工排水路を使って、より低い排水路への重力排水

しかし、これらの施設の一部は破損し、機能していないものもあり、下記のような補修対策工事が必要である。

排水施設と改善対策

排水不良区	排水施設	改善対策
Zohor southern part	逆水門、サイホン、フラップゲート	関連施設の改修、クリーニング
Plavecky stvrtok	サイホン	サイホンのクリーニングと出入口施設の改修、クリーニング
Mare levare	フラップゲート、サイホン	ゲートの補修、サイホンのクリーニング
Borsky svaty jur	排水路	排水路のクリーニング、水路断面の整形

対策 3.4 排水システムの運用合理化

(1) 排水システムの適正な運用・維持管理

排水システムの維持管理には施設のリスト整理、定期的な機能チェック、適切な補修・改善が必要である。施設ごとに異なる管理者が一体となって、排水系統全体としてのチェックシステムが必要である。

1) 排水施設のリスト整理

排水施設は排水河川、排水ポンプ場、排水路（幹線、支線）とサイホン・ゲート、暗渠からなっている。排水ポンプ場については、マーレレパールが1997年、ゾホールが2001年に改修しているため、適正な運用・維持管理が行なわれている。ゲート、サイホン、暗渠などの排水施設のなかには老朽化が進行し、機能していないものもある。施設の維持管理強化のためには、施設内容のデータを整備し、関係者が容易に利用できるよう公開していくことが必要である。

2) 定期的な機能のチェック

定期的に施設の機能性を確認するために、1)項で整理した施設リストに従って、各施設の機能をチェックする。機能チェックは各施設の内容別にその頻度を定める。下表に機能と施設内容（規模・損傷等）チェックの頻度の目安を示す。

排水施設のチェック頻度の目安

排水施設	排水河川	排水ポンプ	排水路	サイホン・ゲート	暗 渠
施設機能のチェック	1年1回	1年1回	1年1回	1年1回	1年1回
施設内容のチェック	3年1回	1年1回	3年1回	3年1回	5年1回

3) 適切な補修と改善

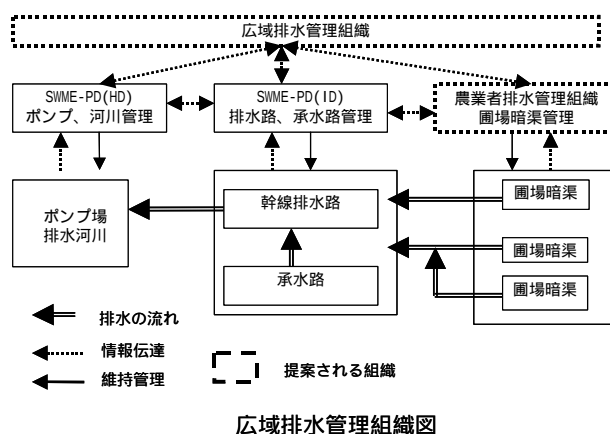
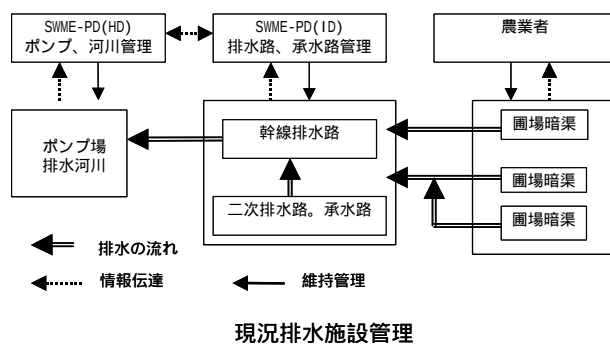
定期的な施設機能のチェックに基づき老朽化の評価を行い、優先度の順に補修・改善を予算範囲の中で実施する。これら施設の改善では、既存施設を改修するのみではなく、施設利用の変化や技術革新を考慮して行なうことが必要である。また暗渠施設のない地域の排水不良状況を調査し、改善計画を検討する。

(2) 圃場レベルと地域レベル排水との連携

圃場レベルの排水施設（暗渠）と地域レベルの排水施設は、それぞれ管理者が異なるが、施設機能の目的は、圃場から排水河川へ速やかに排水することである。したがって、これらの管理者は施設管理の運用を協力的に行なうことが重要である。

承水路および幹線排水路は SWME-ID、排水ポンプ、モラバ川、及び地区内の自然河川は SWME-PD が、それぞれ管理している。また暗渠は農業者によって管理されている。圃場の余剰水（地下水、地表水）は、暗渠から承水路を通り、幹線排水路、さらには自然河川へ集められている。これらの施設は、それぞれ管理者が異なるため、接点の施設運用に齟齬が生ないように管理することが重要である。

また、暗渠は農業者の施設となっている。現在、1つの暗渠施設系統に多数の農業者が関係する。一人の農業者が暗渠改修をしてもその効果は小さく、1つの暗渠排水系統全体で改修する必要がある。これらの施設を機能的に管理するためには、SWME-ID、SWME-PD および農業者を含めた排水管理協力システムの確立が必要であり、排水路管理組織を構築していくことが重要である。



対策 3.5 排水施設のリハビリ

排水路の機能回復

排水路（自然水路と人工水路）は地表水、暗渠の水を集めて、モラバ川あるいはポンプ場へ導水している。排水効果を上げるにはこれら排水路の機能回復が重要である。

圃場からモラバ川へ水を送っている人工排水路と自然排水路（小河川）は、その70%がコンクリートブロックあるいは石張りで改良されている。しかし、近年、管理不足のため雑草や雑木が茂り、水路断面を小さくし排水機能が著

ケーススタディ地区の排水施設の機能状況の調査事例

第3部 2.3.2 図 3.5

しく低下している。SWME-ID の水路粗度係数観測調査によると、水路に雑草が茂った場合水路の粗度係数は、計画値の $n=0.025$ から $n=0.04 \sim 0.06$ に低下することが調査されている。すなわち、雑草が茂ると通水能力は 50% 近く減少する。2001 年において、水路の 80% 以上が通水障害を起していると評価されている。排水路の機能回復のためには、雑草除去、沈殿物の除去、法面・水路底のライニングの補修整備を図っていく必要があり、排水路の管理者である SWME-ID は定期的な診断と維持管理の実施が重要である。

(2) 農業者参加の管理強化

暗渠排水を受ける承水路 あるいは幹線水路は圃場と隣接しており、排水路の管理には農業者サイドからの協力が望まれる。

スロヴァキアでは市場経済への移行後、SWME-ID による排水管理は、排水河川を優先しており、排水路の管理は限定のおこなわれている。したがって、タイムリーな施設改善と効率的な維持管理を行なうためには、農業者 の参加、協力による管理強化が必要である。

ケーススタディ地区の排水施設の維持管理計画の事例

第 3 部 3.3.2.2

- ・排水路の障害情報の連絡
- ・農業機械による排水路の崩壊防止
- ・暗渠出口の雑草、堆積物の除去

SWME-ID は以上のような排水施設の管理内容、モニタリングの実施などを農業者と協議・依頼し、農業者と一体となった管理を図る。

対策 3.6 排水路の定期的なモニタリング

排水路は広範囲に配置されているため、排水不良地の状況や施設機能状態を農業者によってモニタリングを行い、的確な情報の下で、維持管理を行なうことが重要である。

調査地区内の主要河川は SWME-ID によって管理され、定期的なクリーニングが行なわれている。一方、承水路および幹線水路（自然の小川も含む）は広範囲に配置されており、延長も長い管理状況が把握されていない。したがって、これらの排水路については、農業者、町村役場も参加して水路のモニタリングを行い管理状況、水路環境等を把握し（土砂堆積、水路の雑草状態、流木、廃棄物、水路の破損）維持管理、改善事業の優先度選定などに役立てる。モニタリングへの参加は水路管理に対する管理意識を高め、水路環境保全にも寄与する。

排水路のモニタリング

モニタリングアイテム	モニター
水路内の障害物の有無(土砂体積、流木) 水路の雑草状態 水路のライニング 状態	調査地域内の農業者 (町村役場)

ケーススタディでは、モニタリングの位置を排水路の合流点、主要サイホンなどの位置で行う計画としている。この結果からモニタリングの観測は、概ね排水面積で 300 ~ 500 ha ごとに行うことし、排水路の延長では 3.0 ~ 5.0 km 毎の密度で配置することを提案する。

対策 3.7 土地資源評価に基づいた作付体系の導入

排水改良の制約を受けている河川敷、自然保護区内の排水不良地などでは、耐湿性の作物、品種の選定、さらには湛水の発生が予測される地区に対しては、飼料用に利用転換が可能な作物導入による営農対策が提案できる。

排水不良（湛水被害等）の被害を受けやすい地区では、5 ~ 6 年確率で生ずる排水不良に対しては、以下のような営農対応で被害の軽減を図る対策が提案できる。

- ◆ 湛水の受けやすい地区では湿害（湛水）に抵抗性のある作物、品種の選定
- ◆ 被害時に食用作物から飼料作物へ用途を替えることのできる作物の選定

ケーススタディ地区での排水不良による作物被害状況及び圃場の阻害要因の特定の事例

第 3 部 2.7.3
図 3.6、図 3.7、図 3.8

営農対応による排水対策

営農	対象作物	排水不良（湛水）が予測される地域
湿害（湛水）に抵抗性のある作物、品種の選定	大麦、メイズ	河川敷内、環境保護区の低地、 Borsky Svaty Jur の湛水区
被害時に食用作物から飼料作物へ用途を替える	メイズ	同上

項目 4 土壌保全、土壌侵食

土壌保全、土壌侵食に対する対策は農業生産の持続的発展のためには必須の課題である。土壌侵食、豊かな表土の剥離侵食は水食と風食によってもたらされる。ザホースカ低地は、平坦な地形と浸透性の大きい砂質土壌、強度の小さい年間 600 mm 程度の降水量からも想定されるように、表面流去水の発生による水食は、小カルパチア山麓斜面の極めて限定された地域でのみ問題である。一方、この地域はスロヴァキア共和国の中でも最も風害、風食のリスクポテンシャルの高い地域として認められている。風害とは、強風と飛散する土壌粒子によって作物体、とくに発芽直後の幼苗の茎葉が直接損傷を受けることを、風食とは土壌粒子の飛散による表土の剥離移動による損耗を表している。

この地域に広く分布する石英質のシルト粒子は比重も 2 前後と軽く、乾燥しやすく、また凝集力がゼロに近く、沙漠の砂粒と同一レベルの毎秒 6～7 m 以上の風で飛散をはじめめる。この地域ではこの程度の風は年間を通じて高い頻度で観測されている。また、この地域の砂質土壌は含水量が小さく、気温の高い季節では降雨後 3～4 日で乾燥する。したがって、土壌の表面が作物やその残渣などで被覆されていない場合には、土壌粒子の飛散による風害、風食の生じる潜在的なリスクは大きい。

対策 4.1 風食危険地域の特定

先に述べたようにこの地域の砂質土壌地帯は、風食のリスクポテンシャルは最も高いランクに位置づけされている。実際の風害・風食の被害程度と危険地区を特定することが重要である。このためには、1) 土壌粒子を飛散させるのに十分な強度の風が吹く期間、強度、風向を調べ、2) 強風が吹く時期の、土壌表層の含水率、土壌表面の構造、農地の被覆状況などを調べる必要がある。

風害・風食の実際の被害状況を把握するため、本調査ではケーススタディサイトの圃場において、含水量、粒度分布、PF 値等の土壌条件、及び土壌面被覆に関する現地調査を実施した。ケーススタディ地区における春先の土壌水分は、粘土含量と保水力の差に従って場所場所で大きく異なる。また、作物による地覆の状況により異なり、ナタネなどは、小麦や大麦、もしくは裸地状態に比較し効果的である。植物タイプは重要であり、牧草やクローバーなどの背丈が低く密生する植物は更に効果的であり、地表面を完全に被覆する。一方で、植栽間隔が粗で背の高いメイズなどは効果が低い。ケーススタディ地区で得られたデータ及びこれまでの結果から、風害・風食の実状は、風食リスクポテンシャルだけでは特定されないことが判る。

対策 4.2 防風林、防風木の保全と植林

計画経済時代の農地区画の大型化の中で防風林の多くが伐採されており、一部新たに掘削された水路沿いなどに防風木が植え付けられてはいるが、多くの地域は強風に直接曝されている。防風林木の効果は一般に樹高の十倍程度の距離の地点まで及ぶとされており、この地域の巨大農地の中ではその効果は限定的ではあるが、特に風害対策に対しては効果が大きい。既存の林木の保全を第一優先とし、可能な地点あるいは特に強風の主方向が大きく開かれている地点などでは新規の植林も必要と考える。

対策 4.3 農地の表面被覆の確保

風害風食被害に対する最も効果的な対策は、強風が吹き、かつ土壌が乾燥しやすい時期には農地の表面の被覆（Plant Cover）を確保することである。農作物が生育している農地では、作物体によって地表面が覆われており、表面風速は地上の風速よりはるかに小さくなり、土壌粒子の飛散が防止される。前作の農作物の刈り株や収穫残渣も、農地の表面を被覆し、また根張りによって土壌粒子が捕捉されるので飛散の抑制に効果的である。

ケーススタディ地区での農地被覆に配慮した作付体系の導入事例

第3部 3.2.4

これまでの現地での資料によると春先の4～5月に北西方向からの強風による風害風食のリスクポテンシャルの高いことが認められる。この時期には、冬作物の作付け農地ではナタネ、ライ麦、小麦などが植え付けられており、草型、生育状況によって被覆率は異なるが農地表面は被覆されている。また、夏作予定地では一部は既に耕起作業が行われ農地が裸地として強風にさらされている。また、一部は前作の収穫後そのまま植え付け近くまで放置されており、風害・風食被害の軽減には大きな効果が期待できる。したがって、風害・風食被害のポテンシャルの高い地域においては、

- 1) 春先の強風時期に農地表面が効果的に被覆される、もしくは作物残渣が残っているように作付計画において配慮する。ナタネなど広葉の作物は効果的であり、草地やクローバーなどは更に効果が期待できる。一方で、小麦は背が高く、葉が細いことから、その効果が少ない。
- 2) 次の作付までの間、作物残渣を可能な限り圃場に残すようにする。また、農地の表面が裸地として強風にさらされる期間を短縮する。
- 3) 前作の跡地を耕起しないで直接次の作物を播種する、いわゆる不耕起栽培（Non till sowing）も検討する必要がある。一般に不耕起栽培は20～30％程度の減収になる場合が多いとされているが、風害・風食対策としては極めて効果的なので、隣接農地の風害被害軽減のためになどには有効であろう。

項目 5 土壌水分管理

対策 5.1 圃場排水

対策 5.1.1 排水路の管理計画

排水路の管理計画は排水不良の因果関係、排水路ネットワーク、施設内容を調査し、その機能を定期的に診断・評価して樹立する。施設改善では投資効果から優先度を選定し、改修事業を実施することが重要である。

圃場の雨水は、一部は地表から承水路、一部は地下の暗渠から承水路へと排水されている。さらに承水路からは幹線排水路を通し自然河川に排水している。調査地区では 367 km の承水路、578 km の幹線排水路（自然排水路の改修を含む）の建設および改修が行なわれている。しかし、近年、これらの排水路の管理状態は良くなく、水路の 80% は雑草木のクリーニングが必要で、30～40% は法面保護などライニングの復旧が必要とされている。排水路の管理計画では、排水不良地の規模や湛水被害から水路機能を診断し、以下の観点から改善地区のプライオリティをつけて事業を進めることが効果的である。

ケーススタディ地区の排水路の管理計画の事例

第 3 部 3.3.2.2

- ・施設の機能低下の程度
- ・被害の規模・程度
- ・圃場の生産性・収益性（土壌条件、灌漑条件）

対策 5.1.2 排水路と圃場暗渠の一体的な管理

暗渠の出口は排水路につながっており、排水路の通水能力が停止していると暗渠の排水機能が低下する。したがって、排水路と圃場暗渠の一体的な管理が重要である。

暗渠の水は排水路に流されるため、暗渠の機能は排水路の管理状況によって影響を受ける。排水路が雑草などにより閉鎖されていると、暗渠排水の機能が低下し、土砂の詰まる原因になる。圃場に配置されている承水路は SWME-PD（組織改革後は SWME-ID による管理）によって管理されている。一方圃場の暗渠は、土地が所有者に返されたため、暗渠の所有は農業者となり SWME-ID は管理にタッチしていない。排水路と暗渠の効率的管理をするためには、SWME-ID と農業者、あるいは農業者同士が密接に情報交換を行ない、排水機能の障害点を明らかにして、関係者が一体となって改善に取り組むことが望まれる。

対策 5.1.3 暗渠の維持管理

暗渠排水の効果を十分発揮させるには、暗渠施設の機能が良好に保持されるようパイプの目詰まり、排水口の閉鎖などを防止する保守・管理を行なうことが必要である。

(1) 圃場暗渠の維持管理と改善に関する技術

暗渠管は用水管と異なり、多少の漏水は許容されるが、破損、目詰まりの箇所を修理していくことは、健全な状態で長期間利用することにつながる。排水口が水面下に設置されていたり、土中に埋もれていたりすると、暗渠の機能は半減し、暗渠に土砂の詰まる原因となる。排水路の雑草刈り、土砂排除などの管理が重要となる。また、排水口に目印を立てることで破損、埋没を防ぐことができ、よい管理状態を保つことが可能となる。

排水口から流出が見られないときは、管の破裂、閉塞等が予想され、地表の湿潤状態などから破損位置を確定し改善する。規模の大きな暗渠ネットワークでは、マンホール、水甲を増設することで、クリーニングのしやすい暗渠システムに改造することができる。また、水甲は排水路から暗渠へ水の流入防止、土壌水分のコントロールに利用できる。

SWME-ID では、圧力水によるクリーニングマシンを導入し、暗渠の土砂の清掃などを試験的に実施しているが、今後実用化を進めることで、維持管理の強化に貢献する。

(2) 農業者による定期的な暗渠機能の診断とメンテナンス

暗渠は地下に埋設されている構造物であるため、パイプ機能を確認することは通常では難しい。暗渠機能を診断する方法としては；

- a) 暗渠排水口の場所の確認
- b) 暗渠排水口の流出状態、構造機能の定期的な確認
(構造物の状態、降雨後の流水の目視確認)
- c) 暗渠の合流点位置での (マンホール) 通水状態の確認
(マンホールの状況確認、清掃)
- d) さらに、問題が見られる場合には SWME-ID と協議の上、クリーニングマシン等を使ったメンテナンス作業を、SWME-ID に依頼する。

以上のような方法によって通水の確認を得ることができる。これらの診断の内、b)、c) については1年に1回程度のチェックは必要である。定期的な暗渠の機能診断は故障、欠陥箇所の早期発見と改善により、効果的な管理が可能となる。

(3) 農業者に対する暗渠排水の維持管理・補修技術の指導

本調査地域では約 10,570 ha の暗渠施設が布設されている。しかし、これらの施設 1930 年時代から建設されてため、古い施設が多く、補修・改善等の維持管理が重要になってきている。暗渠施設は農業者の資産であるため、農業者が管理するものとされている。したがって、暗渠施設の保全のために、SWME-ID は暗渠に関する資料を公開し、農業者に対しては暗渠の維持管理・補修技術の講習・指導などを行なうことが重要である。

(4) 暗渠の機能改善と GIS の利用

排水路の管理は SWME-ID が行っているが、ケーススタディ地区の調査からは、維持管理のサイクルが長期化していることが明らかとなった。このため、排水路では堆砂が生じ、排水口が埋まっている箇所も多い。暗渠管理は農業者が行うことになっているが、施設の位置図、管理技術に関する情報がないため適切な管理が行われていない。ケーススタディでは管理の効率化を図るために、排水路と排水口の位置を圃場で確認できるよう GIS によりデータ整理を行っている。暗渠機能の保全のために、SWME-ID は GIS によるデータ整理を進め、それらの情報の提供と定期的な技術指導を行うことが必要である。

対策 5.1.4 圃場排水の改善

圃場排水の改善は、排水施設機能（排水路、暗渠）の診断後、改修計画、手続き、予算等を明らかにした上でそれぞれの施設管理者（農業者）によって実施される。

(1) 暗渠施設の機能回復

暗渠施設の機能回復は、農業者単位の圃場だけで改善が可能なケース、あるいは排水システム単位の広域での改善が必要なケースなど、ダメージの規模・工種によって改善対策が異なってくる。これらのケースの改善内容を示すと以下ようになる。

暗渠施設の機能回復

機能回復規模	農業者圃場 単位の改善	排水系統システム単位の改善
機能回復内容	暗渠排水口の改善、暗渠のクリーニング、暗渠の改善	暗渠排水口の改善、暗渠のクリーニング、暗渠の改善、排水路の改善
実施者	農業者	SWME-ID ,複数の農業者
支援機関 (SWME-ID、MOA、Consultant)	技術支援、資金支援	計画・設計、資金支援

排水システム単位の改善では、複数の農業者が関係しているため、改良工事に対する農業者同士のコンセンサスが必要である。また、改修事業に対する計画・設計においても農業者グループで作成するのはむずかしいため、SWME-ID からの支援、あるいはコンサルタントへの委託が必要となる。SWME-ID は暗渠改修のための手続き、支援制度などの情報を整備し、農業者に示すことが必要である。

(2) 排水改良の効果と啓蒙

暗渠排水の機能効果は、灌漑のように直接的に評価できる機会が少ないため、その管理、改善はおろそかになりやすい。排水不良地での農業生産は、改良地の 20～30%減とされている。また、暗渠を新たに再建するには、多額の工事費が必要となる。したがって、暗渠施設をできるだけ長期にわたり利用するための維持管理が重要である。このことを農業者自身に知ってもらうために排水の効果を啓蒙し、補修技術を普及させることが重要である。

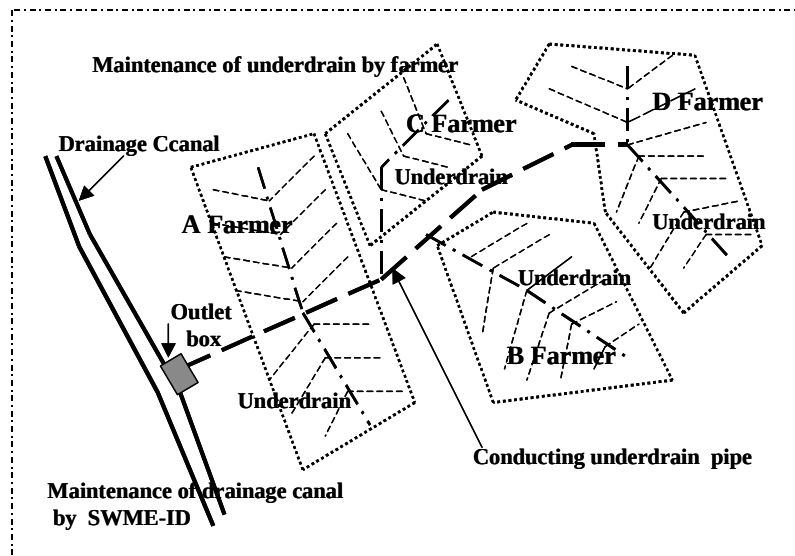
対策 5.1.5 圃場排水管理の改善

圃場排水管理は農家単位での暗渠、排水路の維持管理、改善だけではその効果は小さく、また完結しない。したがって、圃場排水管理の改善は排水システム単位で管理することが必要である。

暗渠施設は 1930 年代から 1990 年までに建設されている。特に 1960 年から 1990 年までの期間にその多くが整備されたものである。この時代は、農業は大規模圃場の形式で営農されており、排水ネットワーク（排水路、暗渠）も大規模圃場で機能するように配置されている。

しかし、市場経済への転換から、国营農場は元の所有者に返還され、それらを SHR、企業農業者が利用している。その結果、ひとつの排水システムに複数の農業者が土地を持つケースが増えている。

ひとつの農業者が一区画を排水改修しても、前後の水路が改修されなければその効果は小さい。したがって、圃場排水改善には排水路も含めたシステム全体として機能するような改善が必要であり、そのためには各施設の管理者（SWME-ID、農業者）が一体となって課題を整理し、機能改善を図ることが重要である。



SWME-ID と農業者の排水管理図

対策 5.2 土壌の水分保持の改善

この地域の砂質土壌では土壌の水分保持力が極めて小さく、農作物の生育を安定して支えるためには何らかの水分保持の改善が必要である。具体的な対策としては以下の対策が考えられる。

対策 5.2.1 マルチング

収穫残渣などを農地表面に敷き詰めるマルチングは農地の水分収支の改善に役立ち、また雑草防除の対策としてもきわめて有効である。しかし、この地域の大規模な穀物栽培への適用は、大量の資材の確保と労力の点からも現実性はなく、比較的小規模の特殊な作物の集約的栽培にその利用は限定される。

対策 5.2.2 不耕起栽培

播種前の耕起作業を省いた不耕起栽培は農地土壌の反転による水分損失を軽減する意味でも水分収支の改善に寄与する。また、不耕起栽培は前作の刈り株や残渣を放置したままで次作の播種を行うので、土壌浸食の防止対策としても有効ではある。しかし、播種時期に十分な水分に恵まれないと、発芽と初期成育の地点間のばらつきが大きく、かなりの減収をもたらす場合が多い。更に、雑草管理の困難さが不耕起栽培導入上の問題である。耕起作業は、雑草を切り、表土を反転することで、圃場における雑草管理に効果がある。このため、不耕起栽培は、圃場の条件を十分吟味した上での導入が必要である。

対策 5.2.3 サンドベッド対策

この地域には作土のすぐ下に砂の堆積層が広く分布しており、作物の生育後期の水分供給を極めて不十分なものにしており、しばしば、不稔、登熟不良による収穫放棄の原因になっている。このような農地では、冬作物の初期成育は表土からの水分供給でほぼ順調に経過しても、春先以降の生育後期における下層土からの水分供給がほとんど期待できないので、水分ストレスに最も影響を受けやすい花成、受精、登熟期に障害を受け、収穫放棄の事例も多く認められる。また、一部には砂の堆積層が半固結状態になっており、作物根の貫入が不可能になっている。このような下層土におけるサンドベッドについては、その分布状況の調査と心土破碎など対策の検討が必要である。

対策 5.2.4 客 土

泥質の資材を農地に散布することは砂質土壤の抜本的改良対策としては最も優れたものである。しかしながら、大規模な農地に実際に客土を実施するには資材とコストの点で不可能に近い。小カルパチア山塊から運び出された灰泥岩（Male）などの泥質風化物が農地の片隅に積まれ、自然に周辺農地に飛散混入している事例は時々認められる。

砂質土壤への有機物のみの投与はその大部分が比較的短期間に分解してしまうので、土壤の改善には余り寄与できない。有機物は微細な粘土粒子と複合体を形成した時にのみ土壤中に微生物分解に抵抗性のある土壤腐植（Soil Humus）として保持されるので、砂質土壤の抜本的改良法としては最も望ましいものである。小カルパチア山塊には石灰岩質、あるいはドロマイトの風化物などの泥質物の堆積層が各地にあるので、その有効利用は重要ではある。また、台地の縁の低湿地には数地点泥炭（Lignite）などの堆積層がありこれらの地場の資材を有効に利用することが望まれる。

項目 6 土壌肥沃度管理

農地利用を始める前の土壌は、長期に渡る自然植生の下で蓄積された、本来の肥沃度を有している。農地としての長期利用の結果、この土壌本来の肥沃度、養分及び有機物は急速に減少する。土壌肥沃度管理は、持続的農業生産に取って不可欠の技術である。

作物は、土壌肥沃度管理の観点から、「土を荒らす作物 (Soil depleting plant)」と「土を肥やす作物 (Soil improving plant あるいは Soil resting crop)」に分類される。Soil depleting plant は養分を大量に浪費し、土壌中の有機物の分解を加速する。反対に、Soil improving plant あるいは Soil resting crop は土壌中の有機物を維持する。農地の草地利用でも土中養分の消費は避けられないが、土中に大量の深根を残すことで、土中有機物の増加に貢献することになる。

持続的農業生産にとって、土地の属性や分級に合った適切な土地利用は最も重要な事項であり、また、各営農体系に合わせた土壌肥沃度管理の実施が求められる。特に、粘土分や腐植土の少ない砂質土壌が広く分布する本地域では、以下の事項が重要となる。

- 1) 土地分級に見合った土地利用方式 (Land use based on land classification) への転換が必要である。計画経済下での目標達成至上主義の営農では合理的な土地利用に対する配慮は希薄であった。市場経済の導入に伴い、合理的かつ収益性の高い営農への志向は不可欠となっている。土壌条件に応じて、穀類生産、牧草栽培、放牧地、林地、耕作不適地に分類される。また、穀類生産においても、豆科牧草などの Soil resting crop を取り入れた輪作体系の広範な導入が望まれる。
- 2) 穀類生産適地においても、Soil improving crop あるいは Soil resting crop を取り入れた輪作体系の導入は、長期的な穀類生産の結果として土壌肥沃度が著しく低下している本調査対象地域では、不可欠である。例えば、モラバ川沿いの低地部に分布する本来的に肥沃な Fluviac soils のほとんどでは、土壌構造の劣化、特に団粒構造の崩壊は重要な課題である。牧草及び豆科作物の導入は、土壌構造の改善にとっても唯一の実践的対策である。これらの土地利用及び営農方法は固定されるものではなく、土壌の肥沃度水準に応じて組合せながら導入される必要がある。
- 3) 灌漑とともに化学肥料の使用は砂質土壌において高い収量を可能とするが、地下水の飲料水利用を考慮すると窒素質化学肥料の多用にはおのずと限界がある。化学肥料による養分の供給は、環境汚染を引き起こさない水準で実施する必要がある。このためには、化学肥料の多用にのみ依存しない栽培管理が必要であり、自然循環系の中で土壌肥沃度の維持と増進を図らなければならない。

対策 6.1 有機物還元

営農の中で生じる有機物を効果的に還元利用することは、この地域のように土壌肥沃度に恵まれない地域での農業にとっては極めて大切なことである。麦類、とうもろこし、ひまわりなどの収穫残渣は農地の一隅に野積みされており、家畜飼養の排泄物も敷き藁と一緒に被覆堆積し、腐熟した堆きゅう肥として農地に還元されている。

ケーススタディ地区での堆肥利用の促進事例

第3部 3.2.6(2)

有機物還元の最大の問題点は、運搬、堆積、腐熟管理、散布に要する労力コストの大きさであり、麦類の大型機械化栽培では労力コストの大部分をこの作業が占めてしまう。これから予測される労賃の上昇の中で有機物還元がこれまでと同様に行われるためには、より省力的な還元技術の検討が必要になるであろう。

対策 6.2 牧草導入

安定的でかつ収益性のある作物生産を期待できない、肥沃度の低い土壌では、牧草栽培も推薦される。ほとんどのイネ科牧草及びマメ科牧草は、その起源を半乾燥及び亜寒帯に持ち、厳しい環境に適應する過程で、土壌中の深い層の水分を利用できる特性を持っている。これらの牧草は土中に深くかつ高密度の根群をもち、土中に地表部の10倍に達するバイオマスを持つことも珍しくない。この土中への有機物の供給は、土中の水分環境を改善するとともに土壌肥沃度の早期の回復に大きく寄与する。また、数年のうちに土壌の団粒構造の回復も期待できる。これにより、現時点では草地にしかできない土地でも、数年後にはその一部が穀類生産適地に回復することも期待される。

ケーススタディ地区の砂質土壌圃場でのアルファルファの積極的導入を考慮した作付計画の事例

第3部 3.2.6(1)

牧草栽培上の問題は、その便益性にある。高収量牧草種の栽培は、不安定かつ低生産性の作物生産よりも高い収益性が期待される。農地の草地化は、耕作放棄ではなく、より合理的かつ収益の期待できる土地利用形態であることを示すことが重要である。牧草の品目・品種選定は、草地管理と併せて重要な検討課題である。

対策 6.3 家畜放牧

草地への転換にとまって条件の満たされるところでは家畜放牧の導入が望まれる。現在この地域内では、乳牛、競走馬、綿羊などの放牧がわずかの事例のみ認められ、家畜飼養の多くは舎飼いで行われている。平坦な地形、少ない雨量などの条件から見ると、放牧導入の潜在的可能性は大きいとみられる。

対策 6.4 有機農業

農業生産における化学肥料と合成農業薬剤の大量使用は、環境汚染と食品汚染の両面から注目されてきた。農業生態系という開放系に多量の薬物を散布することは、その結果として地球規模の環境汚染をもたらしてきている。一方、食品として直接利用される農作物と飲料水として利用される地下水の汚染をもたらし、より安全な飲み水と食物を求める市民の願いが有機農業の大きなうねりとなって、ドイツを中心としたヨーロッパ諸国では無視できない大きな位置を占めている。将来的な課題としては、有機農業の隆盛に対応した技術対策の検討が必要である。

合成化学物質に全く依存しない有機農業は比較的自然条件の恵まれた地域でその適用が可能である。しかしながら、有機農業の運動が提起している課題を真摯にうけとめて将来の技術を展望することはもちろん必要ではあるが、比較的土地肥沃度に恵まれないこの地域では、その適用範囲は限定的とならざるを得ないことも事実である。Morava 川沿いの比較的肥沃な自然保護地域では、その導入は環境対策としても望ましいものであり、技術的な検討が必要である。

項目 7 栽培技術

調査対象地域の作物栽培、畜産経営に関する各種データの収集分析、農業者実態調査(JICA 2001) 結果等から、地域の栽培技術に関して、以下のような共通的な取り組みの方向が伺われた。栽培技術に関する個別の技術対策については、これらの事項を基盤として記述する。

今後も作物・畜産による複合経営が基幹的営農形態であり、これに換金作物を組み合わせた営農が主流である。

農業生産は潜在的過剰基調にあるため、EU 加入を目前にして、増産より生産性・収益性の向上・および、低コスト化を重視する適正栽培技術を必要としている。

ザーホラスカ低地は、作物にとって環境ストレスが高いため、持続的農業を行うには冬作物、永年牧草の適合性が高い。

油糧(ヒマワリ) 加工原料(食用小麦、ビール大麦) アルファルファ、野菜・果実等灌漑による収益性の高い作物に対し、集約的灌漑を行う。

高付加価値作物の導入、生産性の向上および低コスト化のため技術改善等を促進し、市場指向型農業を強化する。

生産環境保全型・持続型農業を推進する。

資金力、技術力の豊富な大規模農業企業体が調査対象地域の主要な農業体であること、政府活動の民営化により助成措置が低下せざるを得ないこと等から、これら企業の自主的な活動による水、土、施設、生産活動等の管理運営を進める。

対策 7.1 土地特性に見合った作付体系の導入(適地適作)

ザーホラスカ低地では、農用地の土壌特性、灌漑排水の整備状況、風食害の発生しやすい地域が特定化され、また、作物特性として、連作障害・干ばつ・湛水等に対する作物の抵抗性も明らかにされている。現在、比較的良好な輪作が組まれているが、今後、生産の安定化、低コスト化、農業資源の一層の有効利用のため、作物特性が共通した作物群を選定し、これら作物群による輪作体系の設定を行うと共に、高付加価値作物の導入、農業災害への対応を組み入れた作付け体系の高度化が必要である。

(1) 現状の問題点・課題

- ・ 現状の作付体系は、作物特性が異なった作物群により構成されている場合が多く、灌漑その他が効率的でない。
- ・ 作付体系の構成の際、収益性、低コスト化、ロットの拡大等市場競争力向上を図るための要因を考える必

ケーススタディ地区での土地特性に見合った作付計画の事例

第3部 2.7.1
第3部 3.2.3
図 3.11 ~ 図 3.14

要がある。

- 栽培環境に適合する高付加価値型新規作物を探索する。

(2) 対応の方向

- 1) 作物群を選定する際、土地特性として以下の要因を考える。
 - 生産力の低い砂質土
 - 比較的粘土質が多く肥沃な土地
 - 土壌水分の低いところ
 - 土壌水分の比較的多いところ
 - 灌漑施設を有する地域
- 2) 以下のような作物群の特性により輪作体系を組む。
 - 作物の収益性、ニーズにより選定する。
 - 干ばつ、湛水、低肥沃度への抵抗性から作物群を選定する。
 - ザーホラスカ低地の気象、土壌条件から冬作物の有利性を活用する。
 - マメ科作物の有利性を活用する。
 - 効率的な灌漑を実施するため、灌漑効率の高い作物群を選択する。
 - 砂質土壌、消費地に近い立地条件等の利点を活用する。

< 参考 >

冬作物の有利性

- 1) 調査対象地域では秋冬期間も含めて1年を通じて降雨があり、冬作物は利用可能な土壌水分に恵まれている。
- 2) 春先の融雪期には湛水被害が生じることもあるが、限られた範囲にとどまっており、春先の豊富な水は、生育に有効である。
- 3) 夏季の日照は、栽培に有利で、特に登熟には有効である。
- 4) 秋冬早春は、病虫害が少なく、また通常の雑草が繁茂する前にすでに初期成育を終了しているため、雑草害が比較的少ない。
- 5) 春先にすでにある程度の生育段階に達しているため、風食害に対して耐性がある。
- 6) 冬作物には小麦、ライ麦、ライ小麦等環境ストレスに抵抗性の高い作物が多く、調査対象地域内では相対的に有利である。

対策 7.2 適作物の選定

農業は、製造業であることから、作物特性等の農業環境条件に適合するもの、消費動向その他経済的発展に伴って需要の高まるもの、収益性の高いもの、国民の健康・嗜好に合うものが求められている。

(1) 現状の問題点・課題

- 1) ザーホラスカ低地では企業の民営化は進んでいるが、今後の発展を考えた市場調査、市場ニーズに対応した生産の転換は十分には行われていないといわれている。
- 2) 有望作物を明らかにし、これら作物の選抜、定着のため、現地での展示園等の設置を要する。

(2) 対応の方向

市場調査の結果、有識者の意見等を分析し、有望作物を明らかにする。作物特性から、以下のような作物例が考えられる。

- 1) 既に良好な産地として定着しており、更に拡大発展させる。
これまで、スロヴァキア国内において相対的に生産流通上恵まれた地位にあり、収益性が期待されるもの：例、アスパラガス、ニンジン、キャベツ、コールラビ等野菜類
- 2) 自然環境条件を活用・克服して生産を行う。
 - ・ 砂質土壌の利点を活用できるもの：例、根菜類、アスパラガス
 - ・ 比較的冷涼、乾燥に耐える穀物（適作物とはいえないが、環境ストレスに抵抗性があり他の地域での栽培が少なく、相対的に比重の高いもの）：例、ライ麦、ライ小麦
 - ・ 日照が多い夏季に実る果実、その他特産的な果物
小果実類：例、ブラックベリー、イチゴ、チェリー、ブルーベリー、その他
 - ・ 広葉による地温の上昇防止ができ、栽培期間の短いもの：例、スイカ・メロン等ウリ類
 - ・ 高い土壌水分を活用できる：例、赤クローバ、メイズ、ダイズ
- 3) 灌漑等栽培環境の改善により著しく生産性が向上する。
 - ・ 灌漑効率の高い作物
 - 頻繁な灌漑を要する：例、野菜、小果実

- 夏作物で水の消費量が多い：例、ダイズ、トウモロコシ等夏作物、広葉の作物
 - ・ 特定の土壌特性を必要とする：例、砂地・灌漑・酸性土壌に適するブルーベリー
- 4) 将来、ニーズの拡大が期待される。
- ・ 換金性の高い作物：例、食用小麦、ヒマワリ、野菜、果実
 - ・ 経済の発展と共に消費量が高まる：例、油糧、良食味の果実・野菜等
 - ・ 畜産物の生産性向上のため増産が期待される作物：例、アルファルファ、新たな種類の牧草
 - ・ 食品加工に向くもの：小果実類、アスパラガス、野菜、ポテト、スイートコーン、グリーンピース等
- 5) 国民の健康・嗜好に対する関心に合う。
- ・ 健康に関連した作物：機能性食品（ダイズ、冬季の野菜等）
- 6) 適作物の選定にあたり、作物の適合性の把握、消費者、農業者への普及、認識の向上のため、ザーホラスカ低地その他での栽培、展示等（SWME - ID Field Dayに類似した活動）が必要である。

対策 7.3 農業タイプ別作付け体系の改善

現実の輪作体系は、各種の自然的社会的要因に基づいて作成されている。調査対象地区の作付け体系で考えるべき要素を、以下に列記した。対象となる農業タイプにより、その重要性が異なるため、以下の農業タイプにおいては、主要な技術的要因についてのみ記述した。

作物の収益性および消費者ニーズ
 栽培面から見た灌漑の効率性
 畜産との複合経営における飼料供給の必要性
 作期および雨量、気温、日照等気象要因
 土壌物理性、肥沃性等土壌特性
 病虫害（特に、土壌起源のもの）、雑草等への抵抗性
 作物生産の低コスト化、高品質化
 肥料成分の溶出による地下水汚染等環境負荷を高めないこと
 有機栽培、食品成分等要求される品質の充足
 作業労働の充足可能性

（注）農業タイプについては「3.6 耕作タイプと営農上の課題・必要な技術対策」参照。

対策 7.3.1 灌漑水利用による収益型農業

I. 土壌条件：良い（A）

高い収益性が期待される半面、土壌水分および土壌有機物が豊富、夏季の乾燥・高温時に裸地となることが少ないことから、土壌起源の病虫害、雑草害が発生しやすい。特に、油糧、マメ科作物等を連作すると、大きな被害を生ずる。このため、麦類を入れた輪作体系が重要である。また、灌漑を十分に活用するには、収益性の高い作物を導入し生育に見合う肥料農薬の施用が必要である。

(1) 現状の問題点・課題

- 1) 現在の作付け体系は、主に土壌起源の病虫害を防止する観点から、輪作体系が組まれているため、灌漑効率の高い作物、低い作物が混在することが多く、灌漑施設の利用度が低い原因となっている。灌漑を行う場合、収益性を高める必要があり、収益性の高い作物の輪作体系の確立が重要な課題である。
- 2) 油糧作物では病虫害が発生しやすいため、適切な期間を持つ作付け体系を要する。

(2) 対応の方向

- 1) 収益性の高い作物、灌漑効果の高い作物を組み合わせることで輪作体系を確立する必要がある。現在、収益性の高い作物として、ヒマワリ、春大麦（ビール麦）、食用小麦等が考えられる。
- 2) ヒマワリ、ナタネ、ダイズ等では、土壌起源の病虫害が発生しやすいため、麦類と組み合わせ2～3年間隔で輪作し、生産の安定化を図る必要がある。
- 3) 輪作の一例として、春大麦 - 食用小麦 - 食用小麦 - ヒマワリ等の組み合わせが考えられる。

II. 土壌条件：中（B）、低い（C）

上記と同様、収益性を考えて作物を選定し、作物保護のため麦類を入れた輪作体系を組む。この栽培条件では、土壌の肥沃性に劣るため、堆肥、化学肥料の増投が必要であり、有機物の施与、マメ科作物・牧草の輪作への組み入れ、土壌肥沃度の的確な評価が重要である。

輪作の一例として、春大麦 - ダイズ - 食用小麦 - ヒマワリ等の組み合わせが考えられる。

対策 7.3.2 灌漑を伴わない収益型農業

Ⅰ. 土壌水分条件：良い（２） 土壌条件：良い（Ａ）

土壌水分条件が良い場合でも、夏季に水不足になる可能性があるため、冬作物を中心に、収益性の高い作物を選定するとともに、春大麦、飼料ニーズに応じたメイズ等の栽培を行う。土壌起源の病虫害、雑草害が発生しやすい。立地条件によっては、春先の湛水被害が発生し、また秋の播種時に土壌中の過剰水分のため、農作業が遅れることがある。これらの条件を克服すれば、生産性の高い農業が可能である。

(1) 現状の問題点

- 1) この農業タイプでは、特に夏季に土壌水分が不足するが多いため、収益性の高い冬作物を主体に選定する必要がある。
- 2) 土壌水分条件および土壌条件共に良好なため、土壌起源の病虫害、雑草害が発生しやすい。
- 3) 秋季の播種等農作業の遅れ、および春先の湛水被害が生じやすい。

(2) 対応の方向

- 1) 調査対象地域内での高収益冬作物としては、食用小麦、ナタネがあり、栽培が早期・短期間に完了する春大麦も栽培上利点があり、これらの活用を図る。
- 2) 小麦、ナタネ等は肥料を大量に要する作物であり、施肥量も重要な要因となる。
- 3) 湛水被害防止のため、耕盤破碎等土木的な手法のほか、メイズ等湛水抵抗性作物の導入が効果的である。
- 4) 輪作の一例として、ナタネ - 食用小麦 - 春大麦 - メイズが考えられる。

対策 7.3.3 土壌肥沃度保全型農業

Ⅰ. 土壌水分条件：良い（２） 土壌条件：中（Ｂ） 悪い（Ｃ）

土壌水分に恵まれているが、土壌肥沃度が低いため、冬麦による飼料作物を主体に栽培する。マメ科作物・飼料（アルファルファ他）を栽培し、地力の回復を図る。省力、低コストの粗飼料生産を行うには、主に多年性のものを栽培し、単年性マメ科冬作物・飼料を補助的に用いる。また、飼料の必要性からメイズの生産を組み合わせる。湛水被害の生じやすいところでは、耕盤破碎、耐湿性作物を導入する。

(1) 現状の問題点・課題

- 1) 飼料作物の必要性は畜種により異なるが、乳牛では良質の粗飼料（アルファルファ等）が不足している。
- 2) 濃厚飼料は、乳牛、肥育牛、養豚等に使用されており、収益性の向上から常に低コスト化が求められている。このため、冬作物の利用、土壌水分の高い地域での作付けを必要としている。
- 3) 現在、アルファルファを3～4年連作した後、麦類等を3年程度連作する輪作が行われている程度で、マメ科作物・飼料の普及は種類、品種の面で限られている。

(2) 対応の方向

- 1) この耕作タイプの作物生産は、自給飼料の生産を通じて畜産と直接連携しているため、冬麦による飼料生産が主体となる。飼料ニーズから、メイズの生産も行い、土壌の肥沃化のためアルファルファ等も導入する。
- 2) アルファルファでは固定窒素が残留するため、後作には小麦等、窒素を大量に必要とする作物が有効である。
- 3) 輪作の一例として、春大麦 - アルファルファ - アルファルファ - アルファルファ - 飼料小麦等の組み合わせが考えられる。

II. 地力回復作物を導入できない場合

土壌水分条件：悪い（3）、土壌条件が：中（B）

土壌水分が不足している場合、マメ科作物等地力回復作物の栽培は困難であり、冬作物のうちでもライ麦、ライ小麦等の環境ストレスに抵抗性の高い作物を選定する。また、このような地域では、立地条件により、風食害を受けやすいため、春先に土壌を被覆する冬作物は、土壌保全の面からも有効である。

輪作の一例として、飼料小麦 - ライ麦 - ライ小麦等の組み合わせが考えられる。

対策 7.3.4 耕作限界地における土地利用

土壌水分条件：悪い（3）、土壌条件：低い（C）

栽培条件が極めて厳しいため、ライ麦、牧草等の栽培も困難な場合がある。第一の選択肢として、購入飼料の価格と生産費とを比較し、作付けの適否を決める。

対策 7.3.5 自然環境保全型

自然保護区が設定されており、EU 加盟に向けて自然環境保全を視野に入れた収益性の高い農業が求められている。現状では、既耕地については、肥料、農薬の使用規制は行われていないが、今後肥料、農薬の使用規制が強まる可能性がある。土壌は比較的粘土質が多く地下水位が高いため、農業生産力の高い優良な農地である。しかし、雑草害、病虫害が多いため、反転耕等による除草、抵抗性作物の選定が重要である。農畜産業廃棄物のリサイクルおよびマメ科作物の導入による地力の向上・増産等も併せて行う。

(1) 現状の問題点・課題

この地域では、以下のような問題が生じている。

- 1) 雑草害の発生
- 2) 湛水害等の立地条件による災害の発生
- 3) 土壌起源の病虫害の発生

(2) 対応の方向

自然環境保全型の栽培においても特別な技術はなく、関連した技術を励行することが重要である。

- 1) 湛水被害、病虫害に抵抗性のある作物の選定
- 2) 耕地の反転耕による農薬を使わない雑草の防除
- 3) 耕盤破碎等による湛水個所の解消と土壌条件の改善
- 4) 排水路等の維持管理（雑草防除も含め）
- 5) 農畜産業の廃棄物リサイクル、緑肥等による環境保全、土壌肥沃性の向上と作物の増産
- 6) 作付け体系の例
 - 土壌肥沃度が高い場合：ナタネ/ヒマワリ - 春大麦 - ダイズ - 食用小麦 - メイズ
 - 土壌肥沃度が低い場合：小麦 - ライ小麦 - メイズ - ダイズ

対策 7.3.6 有機農業

土壌水分条件：良い（2）、土壌条件：良い（A）、中（B）

有機農業では、買入れ業者との契約に基づいて化学肥料、農薬、除草剤の使用を制限した生産を行っている。通常、化学肥料の代わりにマメ科作物（ダイズ）の作付け、堆肥の施用を行い、また、除草剤の代わりに反転耕等が用いられている。投入材が制約されているため、これまで、モラバ川沿いの土壌水分条件の良い肥沃な土地が選択されている。収量は低下するが、収益は、通常の栽培に劣らない。今後、有機農産物の流通拡大、安定化が期待される。

(1) 現状の問題点、課題

- 1) 反転耕が行われているが、水分、土壌条件が良好なため雑草害が蔓延している。
- 2) 地力の高い土地を選び、ダイズを作付けし、有機物を施用（30 t/ha 程度）しているが、施肥を行わないため窒素成分(N)が少なく収量は低い。食用小麦では蛋白含量が重要な規格となっているため、窒素の供給を増加させる必要がある。
- 3) ダイズでは、1 作あたり 100 kgN/ha 程度の窒素が固定され、その大部分が即効性であるため、ダイズ作直後の作付けには有用である。しかし、2 年目の作付けにはそれほど有効にはならず、窒素の供給が重要な課題である。
- 4) 安定的な取引のためには、買入れ業者との提携が重要である。現在、ヨーロッパの業者との契約が行われているが、規格、品目の拡大が必要であり、契約先の多様化が必要である。

(2) 対応の方向

- 1) 無肥料・無農薬の有機農業が実施されているが、少肥料無農薬等の多様な有機栽培の形態が考えられ、そのような有機栽培を指向している農家も見受けられる。有機栽培の形態の多様化を図る。
- 2) 調査事例では、収量は、小麦でも 2t/ha 程度であるが、買入価格が 7,000 SKK/ha で、収益は通常の栽培に劣らない。また、ダイズでは、0.5 t/ha 程度の収穫が得られている。通常栽培に劣らない収益をあげる可能性がある。
- 3) 反転耕による除草を行う
- 4) 堆肥の施用による地力の向上を図る。

< 参考 >

小麦生産物の主要な品質規格および買取価格の事例（農業者実態調査 JICA,2001）

買取入価格 (SK / t)	蛋白質含量 (%)	FN	容積重 (g/L)	夾雑物 (%)
7200	13.31<	250	780	1.5
5800	11.51-13.30	230	760	1.5
5000	11.00-11.50	230	750	1.5
4600	11.0>			
4500	(飼料用)			

対策 7.4 施肥技術の改善

砂質土壌では、養水分の保持力が低いため、土壌肥沃性向上のほか、多量要素および銅、マグネシウム、亜鉛、ホウ素等の微量元素の供給を要する。生育後半の栄養素は作物の登熟・品質向上に大きな影響を与えるため、穂孕み期頃の窒素肥料の施用が重要である。堆肥、し尿、畜舎排水等の畑地還元は、肥料コストの節減および環境保全の観点からも重要である。堆肥、肥料、液肥ともに重量物であるため、施用には特別な機械・技術を要する。また、生育中期は、大量の水分を要するため、灌漑施肥等灌漑技術の改善とあわせて推進すれば一層有効である。

(1) 現状の問題点・課題

1) 調査対象地域における穀類・作物の低収性

調査対象地域では、土壌肥沃性が低いため、穀物収量は、スロヴァキア平均の8割程度にとどまっている。また、1990年以降、施肥量が減少しており、単収低下の原因となっている。

現状では、堆肥等による基肥および春先の窒素肥料の施用がなされているが、生育中期に有効な施肥は行われていない。充実度の高い良質の作物生産、タンパク含有水準の向上（食用小麦）のためには、生育後半の窒素肥料の施用が重要である。

砂質土壌では、微量元素の欠乏が生じやすい。

2) 施肥量の低下

農産物販売価格の頭打ちにもかかわらず、肥料価格が上昇し（肥料購入への助成策が廃止されたことによる）、施用量が低下している。特に、窒素（N）、リン酸（P）及びカリ（K）の作物への供給低下が著しい。

3) 堆肥施用上の問題点

堆肥は重量物で取り扱いが困難であるため、畑地での施用に様々な困難を伴う。このため、堆肥施用において、効果的な施用技術が大きな問題となっている。

(2) 対策の方向

1) 作物の増収および収益向上のため、化学肥料の施用量はある程度増加させざるを得ないが、堆肥・緑肥の利用により化学肥料（特に窒素）への依存度を低下させる必要がある。

2) 現在、堆肥はヘクタールあたり30-35t程度、基肥として施用されている。しかし、家畜の堆肥生産能力には限界があるため施用面積が狭く（全体の耕地面積の

1 割以下、農業者実態調査（JICA2001）による聴き取り）、また重量物であることから施用経費がかかるため、野菜、油糧等灌漑を行う作物に集中的に施用する。

- 3) 化学肥料は、対象作物、即ち野菜・果実、油糧、飼料作物等により施用水準が異なる。野菜、油糧では、施肥量が多く、また灌漑と組み合わせて施用される事が多いため、生産性が十分に達成されるように施用する。他方、飼料作物では、複合経営の中での飼料ニーズに基づき、経済性、営農資金、経営方針を勘案して施用水準を決定する。
- 4) 生育後期の肥培管理のため灌漑施肥を促進する。生育中期は、大量の養水分を要するため、灌漑施肥等灌漑技術の改善とあわせて推進すれば一層有効である。
- 5) 微量要素の施用を行う。調査対象地域内における微量要素の施用試験では、亜鉛はメイズに対し 2 割程度の増収、銅・亜鉛・苦土の混合物は 3 割近い増収を示したことが報告されている（Duslo n.p., Sala, 1988）。ナタネではハウ素が欠乏しやすいことが知られている。
- 6) 成分の移動性を考慮した施肥方法を行う。
 - ・ 土中での移動性の大きいもの：N 成分（硝酸態）、カルシウム、マグネシウム等は、追肥が有効である。
 - ・ 土中での移動性の小さいもの：りん、カリ等は基肥として施用する。

< 参考：1 > 堆肥の施用

農業者実態調査（JICA 2001）の聴き取りによれば、ナタネ、メイズ、小麦等穀物、ヒマワリ、アスパラガス等に対し、延べ 1,710 ha に施用されており、その平均的施用量は 30 t/ha に達している。また、堆肥の施用コストは、30～100 SKK/t であった。施用面積は、全体の耕地面積に比べると 10% にも満たない。

< 参考：2 > 堆肥・し尿の特性

堆肥は大量の窒素(N)、燐酸(P)、カリ(K)を含有している(30t あたり N、 P_2O_5 、 K_2O 其々、100 kg、60 kg、200 kg 程度と推定される。合計 360 kg は、化学肥料の価格に換算すると 14 SKK/kg として、5,040 SKK/ha に相当する)。窒素は含有成分のうち相当部分(約半分)が初年目に利用され、P および K も即効性であることから、初年目にほぼ全量吸収される。また、堆肥は微量要素を含有し、作物の生育を促進している。有機物は、土壌肥沃度の向上に寄与している。し尿、畜舎排水も肥料成分を大量に含有し、堆肥同様、作物の生育に有用な効果を与えている。この他、堆肥・し尿の土壌還元は、環境保全の面でも、有用な機能を果たしており、穀作と畜産の複合経営は、有用な経営形態となっている。

<参考：3> 肥料および堆肥の施用上限

地下水の水質を保全するため、ドイツ等 EU 諸国では窒素肥料および堆肥の施用量を規制している。ドイツでは、畜産廃棄物の散布による窒素量を法律で規制しており、年間窒素量の上限を牧草地で 210 kg/ha、および耕地で 170 kg/ha と設定している。スロヴァキアでもこの分野の調査研究が進んでおり、窒素肥料の施用量の上限について [150-170] kg/ha という見解が示されている。

<参考：4> マメ科作物による窒素固定及び土壌改良効果を有効に利用する。

マメ科作物<例：ダイズ>が固定する窒素成分は即効性であり、またその効果は、せいぜい1作分と考えられるため、窒素肥料への反応性が高い小麦及びナタネなどの前作とするほうが効果的である。この他、アルファルファ等深根性マメ科作物では、土性の改良も期待できる。

対策 7.5 夏作物、葉物の集約灌漑栽培の実施

夏作物・葉物は、蒸散等水分消費量が多く、灌漑の必要性が高い。これらの作物は収益性、換金性が高く、灌漑農業に適する。効率的に灌漑を行うには、これら作物の市場性、土壌肥沃度等に応じて作付け体系を決め、灌漑を集約的に行う。灌漑栽培によるバイオマスの増大は、土壌の肥沃性を改良し、生産性を高める効果がある反面、雑草害、病虫害の防除も必要としている。

(1) 現在の問題点

- 1) 現在、作付け体系を決めるにあたって、作物の収益性、収量性は必ずしも重視されていない。このため、灌漑施設の整備、配水に無駄が生じている。
- 2) 灌漑という高投入農業を行う場合、作物の生産性向上のため、これに見合う施肥が必要である。

(2) 対応の方向

- 1) 主な対象作物は、ヒマワリ、アルファルファ、メイズ、ダイズ、春大麦、等である。
- 2) 夏作物群、換金性の高い作物群を選択して輪作体系を形成し、灌漑を行う。この輪作体系にはイネ科作物等の土壌起源の病虫害を防ぐ作物を組み合わせる。
- 3) 肥沃で湛水等の災害の少ない土地を灌漑対象地域に選び、施肥等土壌への投入を高めることにより、土壌生産力を高め、灌漑に引き合う高生産性農業を確立する。
- 4) 灌漑効果を高めるため、肥培管理、除草対策を十分行う。

対策 7.6 野菜・果実栽培技術

対策 7.6.1 野菜

スロヴァキアでは、野菜は伝統的に自家菜園で栽培されており、流通範囲も地域的流通が主体であった。大規模な卸売り市場は整備されておらず、農家が自らのルートで条件の良い実需者へ販売している。大規模野菜生産者では、野菜加工業者と提携した生産を行っている。今後、地域の特性を生かした野菜の生産、流通規格の設定による高品位化、流通・加工を一体にした契約生産等を行う必要がある。

(1) 現状の問題点

- 1) 調査対象地区内の野菜栽培では、ニンジン、タマネギ等の根菜類、キャベツ、コールラビ、パーセリ等が主体となっている。単収では、全国平均の水準にある物も見られ、野菜産地としては有望である。しかし、品数が少なく特に冬・早春の野菜が少ない。
- 2) 野菜の大部分は夏作物であるため、灌漑を必要としており、現状でも大部分の畑で灌漑されている。しかし、従来の灌漑方法は穀物等を対象とした大規模な灌漑であり、効率的な灌漑とはいいがたい。
- 3) 調査対象地区内の畑では、作土層が浅く硬盤が形成され、土壌改良を要するものがある。これまで、一部野菜（アスパラガス）に対し下層土の膨軟化のため耕盤破碎が試みられている。耕盤破碎は地表の排水、地下水位の平準化に対し効果的で、その効果も持続的であるが、要する経費は 6,000～6,500 SKK/ha と高額である。
- 4) 流通・消費が制約要因になっており、野菜生産は、中小規模のレベルにとどまっている。アスパラガスを除いて、海外への販売は極めて少ない。

(2) 対応の方向

- 1) スロヴァキアでは、野菜果実の多様化を図るためジーンバンクが設立されていることから、これらを活用して、新たな野菜の種類、品種の育成・普及、生産、流通の活性化を図る必要がある。

< 参考 >

2001 年の登録野菜品種数は、1995 年の 627 から延べ 1,114 と、1.78 倍に増加し、果実については、287 から 333 品種へ 1.16 倍の増加となっている。

- 2) 高付加価値作物の一つの形態として、都市近郊の野菜消費に対応するため、ハウス栽培、トンネル栽培による冬野菜等も考えられる。また、ダイズその他健康にかかわる作物<機能性食品としての野菜>等が今後重要である。

- 3) 野菜の生育段階に応じた適時適切な小回りのきく灌漑を必要としているため、ドリップイリゲーション等省力的で管理の容易な灌漑システムが必要である。
- 4) 根菜類の栽培に適する土壌改良としては、作土深、土壌肥沃性、透水性、地下水位の制御等が重要な課題となっている。このため、耕盤破碎が導入されはじめており、この処理には多額の経費を要するが永続的な蓄積効果が見られるため、継続的に改善してゆく必要がある。
- 5) 野菜類は連作障害が大きいいため、適切な輪作体系を必要とする。輪作例として、「野菜 - 冬麦 - 夏季休閑 - 野菜」等があり、各種の組み合わせが考えられる。野菜は肥沃度が高く、礫の少ない土壌を要するため、野菜同士の輪作を工夫する必要がある。
- 6) 野菜果実類は、市場が飽和しやすいこと、スロヴァキア南西部からの大量の野菜が流通しやすいことを考慮して、小規模経営では生鮮野菜に特化した生産販売、大規模経営では経営の多角化、安定化のため、加工業者・流通業者との契約生産、協業による生産等に取り組む。

対策 7.6.2 果 実

調査対象地区は、ブラチスラバ市周辺地区としては、北方に位置し、比較的冷涼な気象条件であるため、ブドウ等の果実には向かず、リンゴ等でも糖分が少ない事が多い。しかし、サクランボ、ベリー類等小果実類が実る夏季は、日照時間が長いうえ、昼夜温の差が大きく、雨量も少ないため、果実類の生育に好適であり、良質な果実が生産されている。ザーホラスカ低地の気象条件に適合した果実類を選択し、適切な栽培管理を行い、市場性の高い果物を生産する。

(1) 現状の問題点

- 1) 調査対象地区はかつてリンゴの産地であったが、現在では廃園が広がっている。1990 年以降大量の熱帯・温帯果樹が輸入され、果実類は市場競争力を失っている。
- 2) また、調査対象地区内（ベルケ レバーレ）のリンゴの糖分測定結果によれば、同地区のリンゴは、他地区のものより 1%低く、果実の品質が劣る可能性のあることを示している。
- 3) 調査対象地区をはじめスロヴァキア国の果実加工は停滞しており、国産果実の加工促進が必要である。

(2) 対応の方向

- 1) 果樹類は多年性作物であるため、土壌特性、灌漑、排水、地形等生産環境を十分に吟味し、果実の適地を選定する。加えて、調査対象地区では土壌特性の変異が大きいため、農地の分級だけでなく「農地の適地選定サービス」が必要である。
- 2) 糖度の判定その他品質管理を十分に行い、良く熟したものを選別することにより高品位の果実を収穫する。
- 3) 立地条件の利点を生かした生産を行う。
- 4) 調査対象地区には大規模酪農企業が数社存在することから、食品加工技術は高いものと考えられ、果実加工を推進する。
- 5) 果実栽培には専門知識が求められるため、技術の研究開発、農業者への普及指導体制（民間機関を含め）を強化する。

対策 7.7 草地管理

畜産物の消費は、増加が見込まれ、また EU 加入を目前にして収益性の高い高品位畜産物の生産が求められている。今後も自給飼料の生産と組み合わせた複合経営が、畜産業の基本的な方向と考えられる。酪農においては、生産性の向上、高品位化が重要な課題であり、このための飼料品質の改善、高品位牧草の供給が必要である。また、畜肉の効率的生産のため、飼料の低コスト化が重要な課題となっている。今後の飼料生産の効率化のため、新たな種類、品種の作物・牧草の導入、栽培技術の高度化が重要である。

(1) 現状の問題点

- 1) 調査対象地区では、酪農においてホルスタインを導入しているにもかかわらず、乳生産量は、年 1 頭あたり平均 4,500 L と低くその生産性の向上が求められている。牛乳生産における土地利用においては、乳牛 1 頭あたり 0.7 ha 必要とし、オーストリアの搾乳量 7,000 L、所要面積 0.4 ha に比べきわめて低い土地利用効率となっている。
- 2) 肉用の牛、ブタでは、生産費に占める飼料代が高く、飼料の低コスト化が求められている。
- 3) 調査対象地区では河川沿いの高生産性の湿地帯、低生産性の砂質土壌地帯が広く分布しており、これら地域の活用、草地としての利用促進が必要である。
- 4) 現在、牧草はサイレージメイズ、アルファルファが主体となっているが、牧草生産の効率化、高品位化、多様化を要する。
- 5) ダイズは、調査対象地区では作付けが進まず、畜産農家は、ダイズおよびダイズミ

ールを購入している。現在、スロヴァキアではダイズの生産拡大計画が実施中であり、今後の増産が期待される。(作付目標：1万 ha、助成金 1,500 SKK/Ton)

(2) 対応の方向

- 1) 酪農における良質飼料(アルファルファ)の増産の必要性
供与アルファルファの高品位化と増量による搾乳量の向上の事例がある。

- 2) 飼料の低コスト化

- 濃厚飼料：冬作物による穀物・飼料生産を推進する。
- 粗飼料：多年性牧草による低コスト化を図る。
- 堆肥等のリサイクルによるコスト低減と環境保全を推進する。

- 3) 牧草生産の多様化、安定化の促進

飼料生産の効率化のため、モラバ河沿いの地域の土地利用区分を推進し、自然草地の活用を図る。

アルファルファは、ザーホラスカ低地に適し、同地区の(唯一の)マメ科牧草であることから、今後、改良品種の導入等を進める。

経済性の視点から多年生牧草の栽培を拡大する。

優良品種の導入、飼料栽培多様化が必要である。現在、土壌水分の多い場所でのレッドクローバーの栽培、ハンガリーピー等他のマメ科牧草の導入、耐乾性イネ科飼料、他品種・ハイブリッドの導入等の方法が考えられている。

<参考：1> 牧草の有望な新しい品種・種類

- | | |
|---|---|
| <p><Gramineae></p> <p><Legumes></p> <p><Others></p> | <p>Tall fescue (Growth period: 5 years)、 Perennial rye grass (5-6 years)、
Orchard grass (4 years)、 Tall oat-grass (4 years)</p> <p>Alfalfa (Growth period: 3-4 years)、 Bird's foot clover (3 years)、
Hybrids of alfalfa (3 years)、 Red clover (3 years)</p> <p>Hungary peas (High yield in sandy soil areas)
Sorghum (Resistant to dry conditions)</p> |
|---|---|

<参考：2> ダイズ栽培の必要条件

肥沃な土壌を好む。

土壌水分の供給が必要である。

生育当初根瘤菌の接種が必要である。

生育初期に肥料を要し、また、リン酸・カリ・石灰・微量元素等の肥料を要する。

病虫害の防除が重要なこと等から、窒素成分以外の生育環境の整備が必要である。

麦類を入れた輪作が必要である。

スロヴァキアでは品種改良、栽培技術が進んでいない(参考、2001年の登録品種は8品種に過ぎず、1995年の13品種から大幅に減少しており、また、ナタネ23品種、ヒマワリ48品種に比べ、はるかに少ない)。

対策 7.8 除草・作物保護対策

調査対象地区においては、土壌条件の良いところでは雑草害が激しく、作物保護の大きな問題となっている。有機農業では農薬を使用できないため、雑草害が一層大きな問題となっており、反転耕等の手法が重要である。湛水被害は、主に春先に生じ、圃場全体を覆う被害とはなっていないが、圃場表面の低いところでは、作物が水没する場合もみられる。湛水被害防止のため、耕盤破碎等の処理を必要としている。病虫害は大きな問題ではないが、ヒマワリ、ナタネ等では土壌起源の病虫害が多く、3～4年間隔の輪作を要する。現在、病虫害、雑草、環境ストレス抵抗性の作物、品種が育成されており、生産性の向上、安定化のため、これらの利用を推進する必要がある。また、ザーホラスカ低地の圃場は大区画であるため、圃場の部分的補修技術の導入が、反転耕とならんで重要である。

対策 7.8.1 雑草害対策

(1) 現状の問題点・課題

- 1) 調査対象地区では、以下の植物が主要な雑草となっている。
 - アメリカオニアザミ： CIRSIIUM ARVENSE (L) SCOP (キク科)
 - ヤエムグラ： GALIUM APARINE L. (アカネ科)
 - イヌビエ： ECHINOCHLOA CRUS-GALLI (L) BEAUV.(イネ科)
 - シロザ： CHEMOPODIUM ALBUM L. (アカザ科)
- 2) 雑草による被害の態様としては、生育阻害による収量低下、作柄の不安定化、雑草との競合による登熟不良、作物の品質低下、飼料作物への混入による栄養性の低下等が指摘されている。
- 3) 雑草害の発生しやすい場所としては、土壌水分・肥沃度の高い地域、適切に耕起されないところ、用排水路の近くで雑草の繁茂しやすいところ等が考えられる。

(2) 対応の方向

- 1) 対策は、圃場の状況により各種のものが考えられ、冬作物等の導入により雑草の生育し始める前に作物が生育すること、中耕を行う、作付け前の反転耕の利用、栽植密度上昇による防除、牧草等の被覆植物の利用、除草剤の利用<現状では、約20種の除草剤を、雑草の種類、作物種に応じて使用している。生産

費に占める比率は、約 30%で最も高い>等を、効率的な方法を組み合わせて使用することが重要である。

- 2) 除草剤を使用できない場合、反転耕、中耕を行う。

<参考：コストの比較（農業者実態調査 JICA 2001）>

耕起による方法：1,200～1,400SKK/ha

除草剤の使用：2,400 SKK/ha（ランダップの場合：600 SKK/ha，4 L/ha）

対策 7.8.2 圃場面の湛水被害防止

(1) 現状の問題点・課題

- 1) 湛水被害は、近傍水路の水位上昇に伴う土壌水分の増加、圃場表面水の浸透(排水)不良等により、主に春先の融雪水の増加時に生じている。
- 2) 湛水被害としては、以下のような態様が見られる。
部分的に作物が水没(農耕地域で畑地が全面水没したものは見られない) 機械の導入が困難となり、作業が遅延、原因：主に畑の低地で耕盤を通過しない部分への集水。頻発地域としては、モラバ河沿いの堤防近辺の土地、ゾホール南部、マラツキー北東部等。

(2) 取り組みの方向

- 1) 排水路の整備維持管理を行う。
- 2) 耕盤破碎は、地表面排水の促進、地下水位の制御に効果を発揮してきた。
- 3) 湿害抵抗性作物を導入する(例：トウモロコシ)。
- 4) 播種時期の調整により被害防止を図る(例：春大麦)。
- 5) 圃場面の僅かな高低、くぼ地により作物の生育・収量が著しく影響されることがある。圃場面の微小な高低を把握し、適切な対策を講ずる。

<参考：本調査のケーススタディ地区の事例>

1998 年頃から SWME-ID(当時 RIMLE)および民間企業が耕盤破碎に取り組んできた。STOMFA.s.r.o. では、50～60cm くらいの深さで、通常の畑の水溜り部分を破碎、80%程度の圃場表面の排水が完了し、土壌状態が良好となった。また ASPARAGUS.s.r.o.では、アスパラガスの排水対策(地下水位を 1 m以下に抑える)のため、同様な深さでアスパラガス畑の全面を破碎し、雨水の地下への浸透促進、地下水の利用促進、作土深部の通気の促進、根の地下への伸長促進等で効果が見られた。

対策 7.8.3 病虫害防除

(1) 現状の問題点・課題

病虫害は大きな障害となっていないが、ヒマワリ、ナタネ等の連作障害とそれに伴う作付け間隔の広い輪作は、収益性の向上を目的とした営農の障害となっている。

(2) 対応の方向

シストセンチュウ、ネグサレセンチュウ等線虫の被害があり、またヒマワリでは、*Botrytis cinerea*、*Sclerotinia sclerotiorum*等の病気が報告されている。輪作によって線虫の密度を低下させることができるため、栽培慣行として各種の輪作が行われている。

対策 7.8.4 圃場の部分補修の必要性

(1) 現状の問題点・課題

ザーホラスカ低地の圃場は大区画であるため、同一圃場であっても土壌条件、栽培条件が異なる。また、圃場内で雑草害の激しいところ、地力の劣るところ、くぼ地等が見られることがある。これらの発生は面積としては大きくないが、作物の収量・品質に影響を及ぼし、また雑草害では年々拡大する恐れがある。

(2) 対応の方向

これらの対策においては、対策部分を限定した集中的な処置が最も有効である。例えば、雑草害については被害の激しい地点に除草剤の施用、反転耕を重点的に行い、他の部分の対策を軽減し、全体としては投入の少ないものにする。このような手法は雑草害、くぼ地、部分的に障害のある場所等に有効である。

項目 8 営農技術

対策 8.1 主要営農類型ごとの技術ガイドライン

< 農業者実態調査（JICA 2001）における営農類型 >

農業の生産性および収益性を高めるには、土壌、灌漑等の技術的要素のみでなく営農形態による開発方向を考える必要がある。スロヴァキアでは穀作＋畜産による複合経営が営農の基本となっているため、農業者実態調査においては、これらの要素を基本に各種の付加的要素をいれて以下の類型を設定した。

A．「穀類＋畜産」＜参考：農業者実態調査では 19 例中 5 例；26％＞

B．「穀類＋畜産」＋油糧・加工原料または野菜 ＜参考：農業者実態調査では 19 例中 8 例；42％＞

C．穀類、油糧、加工原料、野菜等の組合せ栽培 ＜参考：農業者実態調査では 19 例中 6 例；33％＞

（注）農業者実態調査では、19 例中、穀類単独、畜産単独という類型は、見られなかった。

< 営農類型に共通した技術要素 >

- 1) 水および土壌肥沃性がザーホラスカ低地農業の最大の制約要因であるため、水（灌漑、土壌水分）と土壌肥沃性（粘土質土壌の混入程度等）の二つの軸を中心に取り組む。

- 2) 栽培作物の選定

冬作物：スロヴァキアでは、秋冬期間の雨量が相対的に多く、また通年では一般に日照が不足しやすいが、春夏期間の日照が豊富なことから、これらを有効に利用するため、冬麦等冬作物を中心に栽培体系を組む。

夏作物：サクランボ、ブルーベリー等夏に実る少果実が有利である。一方、各種野菜、ヒマワリ、ダイズ、トウモロコシ等にあっては、雨量不足のため灌漑を必要とする。

多年性作物：穀類畜産複合農業を進めるため、粗飼料作物の高品位化、飼料の低コスト化が必要である。酪農ではアルファルファ等家畜栄養の面から良質で雑草等の混入の少ない牧草の生産を要し、同時に豆科多年生牧草等を導入する。

地力維持のため、豆科作物（ダイズ、豆科牧草）を輪作体系に組み入れる。

- 3) 環境保全、地力向上のため、畜産廃棄物の厩肥化による畑地還元を進める。
- 4) 栽培条件の良い土地（灌漑地、高土壌水分の土地および高肥沃度の土地）を効率的に利用するため、収益率の良い食用作物（食用小麦、ヒマワリ、ナタネ、春大麦等）の作付を行う。

- 5) 立地条件により、湛水被害および早魃を受けやすい圃場があるため、耐湿性作物、耐乾性作物の導入、播種時期の調整を行う。
- 6) 飼料作物でもアルファルファ、ダイズおよびトウモロコシのように灌漑効率の高いものでは適宜灌漑する。
- 7) 小規模農家および都市周辺地域その他地価の高い場所では、野菜、果実、酪農等の集約的な土地利用の推進を図る。

対策 8.1.1 「穀類 + 畜産」の複合経営

ザーホラスカ低地の基本的な営農形態であり、低収益性の穀類を自給飼料として使用し、畜産の高付加価値性により収益を確保している。飼料生産との関連における畜産分野の今後の発展方向については、酪農と畜肉生産を分けて考える必要がある。酪農においては、飼料改善により大幅な生産性の向上が見込まれるため、高たんぱくで雑草の混入の少ない良質の粗飼料の生産を効率的に行う必要がある。また、養豚等においては濃厚飼料の低コスト化による効率化が重要な課題となっている。ザーホラスカ低地の圃場は広大であり、この複合経営に利点がある。

(1) 現状の問題点・課題

- 1) 穀作（飼料生産）では、収益性が低く畜産との複合経営化が不可欠である。
- 2) 牛乳の増産が求められているが、ザーホラスカ低地においては、搾乳量が低く、畜産レベルの生産性向上が第一義的に重要である。このため、良質な粗飼料の生産を行う。
- 3) 養豚等では飼料代の比率が極めて高く、低コスト化が重要である。

(2) 対応の方向

- 1) 酪農の生産性を高めるため、家畜の栄養要求に合う高たんぱくで雑草混入の少ない粗飼料（アルファルファ等）の生産を進める。
- 2) 畜産の生産コストにおいて、飼料代が大きな比率を占めるため以下の項目により、穀類および牧草生産の低コスト化を図る。
 - 冬作物（冬小麦、ライ麦、ライ小麦、オート、冬大麦等）による低コスト化
 - 新たな牧草種類、品種、ハイブリッドによる粗飼料の多様化と品質の向上
 - 土壌水分の多い地域＜土壌特性等から把握＞における栽培の拡大：例、湿地でのメイズ、レッドクローバーの栽培
 - 牧草に応じた根粒菌の接種
 - 家畜廃棄物、食品残渣のリサイクル

- 3) BSE (Bovine spongiform encephalopathy)のため、畜肉の消費が、牛肉から豚肉、鶏肉へ転化しており、また、飼料効率の点からも豚肉、鶏肉の生産が有利であることから、生産の転換を検討する必要がある。
- 4) 生産性の低い土地では、穀作、飼料作物の栽培に向かないため、これらの農地を草地等に転換する。
- 5) 穀類・畜産の複合経営において、土壌肥沃性の向上、施肥量の節減、環境保全等の観点から畜産廃棄物が堆肥として施用されている。現状では、30t/ha 程度施用され、良好な慣行となっており、今後更に推進する。

<参考> アルファルファの品質向上による搾乳量向上の事例（農業者実態調査、2001）

雑草混入の少ない良質のアルファルファを大量に給餌することにより、搾乳量が大幅に増加した事例がある。ザーホラスカ低地におけるこの事例において、ホルスタインで年間1頭あたり搾乳量を4,500リットルから5,500リットルに増加させるため、粗飼料30kgのうち、アルファルファを5kgから15kgまで増加させていた。アルファルファは、一般に、高蛋白で乳牛に最もよく適合するばかりでなく、冷涼・乾燥、アルカリ性土壌、良好な排水性、病虫害の少ないザーホラスカ低地に適している。良質の生乳は、市場競争力が高く、粗飼料の若干の価格上昇は乳価により吸収しうる。

対策 8.1.2 「穀類＋畜産」を伴う油糧・加工原料（食用小麦、ビール麦）・野菜の生産

この類型は、「穀類＋畜産」の基本形に、油糧・加工原料または野菜等の高付加価値作物を組み合わせたものである。油糧・加工原料は、土地利用型の「＋アルファ」部分であり、穀類に比べ投入量も多いが粗収益も多い。野菜は、集約型の「＋アルファ」であり、灌漑施設等の物財のほか労働投入量も多いが小面積・短期間で高収益を得ることができる。栽培の形態は異なるがいずれも経営の多様化、安定化を目指したものであり、経営資源の特性に応じて選択する。

(1) 現状の問題点・課題

- 1) 複合経営は長い伝統に基づいた安定した経営形態であるが、必ずしも高収益を望めるものではない（酪農における施設整備、BSE等の問題）。
- 2) 生産の多様化は、営農による収益を安定化させ向上させると共に、土地・機会・労働力等の経営資源の有効な活用を促す。
- 3) 「＋アルファ」部分は市場指向型農業であるため、マーケットニーズへの対応および安定した販売先を必要としている。

(2) 対応の方向

- 1) 市場ニーズの高い油糧・加工原料および野菜により、経営の多角化、安定化を図る。
- 2) 経済発展に応じてニーズの高まる農畜産物の生産が必要である（食料関係では、油糧、乳製品、豚・鶏肉、高品位果実・野菜、加工品等）
- 3) 流通面の開拓が重要であり、加工業者等との契約生産を推進する。
- 4) ヒマワリ、ナタネは3～4年間隔の輪作を要するため、食用小麦、春大麦等との高付加価値作物との組み合わせが必要である。
- 5) 土壌肥沃度向上のため、野菜、ヒマワリ等へ堆肥を集中的に施用し、堆肥の施用効率を高める。
- 6) 油糧・加工原料および野菜栽培では付加価値が高く、収益性が向上するため、肥料等の投入材を増加し、多収穫、品質向上を図る。
- 7) 野菜・果実の生産の安定化、高品質化を進めるため、レキの除去、耕盤破裁等土壌の改良を推進する。

対策 8.1.3 「穀類＋畜産」を伴わない油糧・加工原料・野菜の生産

この形態は、畜産を含まないためスロヴァキアでは一般的ではないが、いずれも付加価値の高い作物であり、利益を見込めるものである。穀類、油糧および加工原料生産は、人件費等の投入コストが比較的少なく低コスト生産の可能性が高い。また、野菜生産では、作物特性、土壌特性、灌漑等により、特産品的に収益を高めうる。いずれも食糧としての生産であるため、仕分け、品質管理を充実させる必要がある。また、契約生産、協業等を推進する。

(1) 現状の問題・課題

- 1) ザーホラスカ低地は一般に砂地、少雨であるため、多肥、土壌水分を要する高収益作物の栽培に向かない場所が多い。このため、土壌肥沃性、土壌水分等の面での栽培適地の確定を必要としている。
- 2) 油糧、加工原料、野菜は市場志向型作物であるにもかかわらず、小麦を除いて流通規格が設定されていない。
- 3) 現在、品質に関する栽培技術の研究開発は少なく、今後この分野での技術開発、技術情報の普及等が重要である。
- 4) 流通体制の整備が遅れているため、契約生産・協業等を必要としている。

(2) 対応の方向

- 1) 土壌水分、土壌条件の面からの高収益性作物に向く適地の選定を行う。
- 2) 高品位の食糧生産を目的にしているため、基盤整備、肥培管理の確立、灌漑の整備、収穫、出荷体制の整備等技術パッケージを整備する必要がある。
- 3) 市場での農産物取引の円滑化のため、今後、価格情報の公開、取引に関する簡易な規格の設定、市場情報の提供システムの確立が必要である。
- 4) 生産物の付加価値を高めるため、食品加工を発展させる。
- 5) 高品位の果実・野菜、温室による冬野菜、大豆のような健康食品および加工品等の高付加価値作物を推進する。
- 6) 生産流通の安定化のため、契約生産、協業等を推進する。契約生産は運転資金の入手・販売・売掛金の回収等において農業者側に有効なものである。

対策 8.2 低コスト化と収益性の向上

スロヴァキアでは潜在的な過剰生産状態にあり、EU 加入にあたり、増産よりも収益の向上および環境保全が重要な課題になっている。このため、肥料等の投入に際しては、これらのコストを十分把握しておく必要がある。また、ザーホラスカ地域は、生産性が低いいため、条件不利地域に指定されており、その営農を継続するため今後とも助成処置を必要としている。同様に農民側の自助努力として農業技術の発展により生産性の向上、農村の活性化が求められている。低コスト化および収益性の向上には農産物等の正確な生産費の推定がその基本となる。技術改善の観点からの生産費の計算では、従来の投入材別分類より、作業工程別の計算が有効である。また、収益の安定には、単収および販売価格の安定化がきわめて重要である。

(1) 現状の問題点・課題

- 1) 今回の JICA 調査における生産コストおよび収益性の調査では、補助金は農業収益の相当部分を占め、所得政策による助成の重要性は明らかであった。今後の農業の自立的発展にとって、低コスト化、収益性の向上が重要である。
- 2) スロバキアでは、農業生産資材の価格の上昇、生産物価格の停滞という価格乖離により、市場指向型農業の強化が求められており、営農の経済的評価が極めて重要となった。
- 3) 生産費の計算では、従来の投入材別分類は、作業工程との関連性が明確でなく、作業の改善を行うには、行程別分類による計算を必要としている。

(2) 対応の方向

- 1) 従来の方法では、生産費は、物財費、労働費および支払い利子・地代に分類されている。しかし、個別技術にかかわる生産費については、以下のような作業工程に対応した分析が有効である—— 地代、 耕起、 堆肥の施用（固体、液体に分けて計算）、 施肥（肥料費および施用経費）、 播種（種子代および播種経費）、 除草（除草剤費および施用経費）、 作物保護（殺虫剤費・殺菌剤費および散布経費）、 収穫、 灌漑、 管理費（この調査では、上記 から 間での合計の10%とした）。
- 2) 以下に示すような既存農業技術の発展、組み合わせにより、低コスト化および収益の向上を図る可能性がある。
 - a. 灌漑および肥料・農薬の限定的な使用による増産
 - b. 自然・環境要素の効率的利用
 - c. 土壌および水の管理による農作物被害の防止
 - d. 適作物・抵抗性作物の選定また、単収および農産物の販売価格は収益性に極めて大きな影響を与えるため、[20%]程度の変動幅を目標に安定化を図る。
- 3) EU 加入後の農業補助金は今のところ明確になっていないが、例え、生産活動への支援は減少しようとも、条件不利地域等への直接支払いは充実されとの見込みである。今後、環境保全型で持続的な農業開発の方向を明確に設定し、政府、商工業分野および都市地域からの協力・支援を確保していく必要がある。

項目 9 その他の推奨される対策

対策 9.1 農業支援サービス

(1) 現地状況に即した農業情報サービスの強化

農業情報サービスの主な役割は、適切なタイミングで、的確な情報を提供することを通じて農業生産の効率化、計画・安定化に貢献することである。また、農業者や共同組合、農業企業や関連企業など情報を受け取る対象者の社会経済、自然条件に応じた情報内容でなければならない。

農業情報や普及サービス、教育活動は、長期・短期的に必要な項目で、地域の農業者の要求に十分に配慮した事項であるのが望ましい。

1) 農業情報サービスの周知

農業普及は組織の民営化のために、インターネットサービス等も利用して、農業者が自ら情報を求めていく農業情報サービスへと変更された。この農業情報サービスの根幹は民間アドバイザーによるコンサルテーションを基本としたアドバイザーシステムであるが、現在は未だこのシステムが、農業者に知られておらず、十分に機能していない。

このため、農業省や普及事務所、自治体等でもアドバイザーシステムの宣伝や PR を行い、利用を促進する必要がある。また、アドバイザーに登録されている個人や会社も、民営化されているので利用方法や料金の明確化などそれぞれの特徴が明確になるような工夫が必要となる。

2) サービス体制

アドバイザーシステムの開始に伴い、唯一の農業者の共同組織である農業会議所は、これまで持っていたの技術普及活動を停止し、シンポジウムなどの開催による教育活動しか行えなくなった。このため、地域のニーズに対応した技術や営農に関する指導の弱体化が懸念される。アドバイザーシステム自体は全国規模のシステムのため地域の特色に応じた問題に対応できるアドバイザーリストの作成など、現地状況に即したシステムの活用ができるような取り組みが必要である。

3) 求められる農業情報、農業技術

現在、農業省は年報や将来予測などで、農業生産や消費、国際的情報などに関する充実した情報を提供している。これらの情報は農業経営や営農計画の策定には有益であ

る。しかし、ザーホラスカ低地の砂質土壌のような、特殊な自然環境下で利用できる農業技術、圃場レベルでの農業技術が、農業者側から望まれている。このため、各研究機関や大学などでも、地域や生産現場の問題に対応できる実践的な農業技術に関する取り組みが求められる。

提供されるべき情報の内容は、その性質によって大きく次の 3 項目に区分できると考えられる。

- 1) 農業者側に伝達が必要な情報（新規、改良などこれまで提供されていない情報）
- 2) 調査、実験が必要な情報（適用性の検討など実験的な調査が必要な情報）
- 3) 継続的な調査、データの更新が必要な情報（データベース的に整理すると効果的な情報）

また、本技術ガイドラインに関連して、今後も情報提供を行っていくべきと考える情報は下記の通りである。

- ・ 初期投資が大きく、栽培期間の長い果樹と土壌特性の適合性
- ・ 既存の農作物と土壌条件の適合性、特に砂質土壌との適合、栽培方法、灌漑効率など
- ・ 砂質土壌に適合する新規作物（特に Soil resting crop）とその栽培方法
- ・ 飼料として利用されている作物と、その代替となりうる新規飼料作物、牧草の品目、それらとの畜種との関連、経済性の評価
- ・ 有機栽培など初期投資が少なくても可能な高収益農業へのアクセス
- ・ 栽培面からみた、風食、風害対策技術（作物選定、輪作体系など）
- ・ 灌漑、排水施設の現況データ
- ・ 圃場レベルでの排水施設、水路の機能判断、維持管理方法
- ・ 野菜栽培など集約的な栽培に適応するための灌漑方法（既存施設の改良方法の検討）
- ・ 土壌条件に応じた輪作体系の提案

(2) 市場情報の充実

野菜や果実など出荷管理が行える集約的農業の拡充にとって、卸売市場システムは非常に重要である。しかし、市場システムは未だ整備段階であり、現在は業者と生産者間の直接交渉、もしくは農業者の直接販売により農産物が一般に出回っている。このため、農産物供給の安定性や品質が価格に反映され難い状況になっており、農業者の農産物の品質向上に対する意欲形成の阻害要因となっている。これに対しては、現在段階的に進められている市場の整備を待つしかない。

青果物卸売市場が未整備のため、生産者が利用できる農産物価格に関する情報は ATIS が発信する市場情報のみであり、この市場情報も、その発信間隔が 2 週間に一度と長く、市場価格を把握しながら運営していく産地の出荷計画策定に対して阻害要因となっている。

このため、EU 加盟とも関連して、特に青果物や果実など長期貯蔵が困難な作物に関しては、市場情報システムの改善策として地域毎の価格情報の提供や情報の提供間隔を短くするなどの対応が必要になる。

対策 9.2 土壌汚染

対象地域内には、鉱山、精錬所などの汚染源は存在しない。また、工場からの排出物質による汚染も、一つの例外を除いて認められていない。Rohznik のセメント工場周辺の農地には、カドミウムによる軽微な汚染が認められている。EU における小麦粉に含まれるカドミウムの許容濃度は、 0.1 mgCd/kg とされており、この地域で生産される小麦の穀粒中のカドミウム濃度はこの基準を超えている可能性が大きい。調査結果が明らかになり安全性が十分確認されるまでは、非食用農作物への転換などの対策が指導されるのが望ましい。セメント工場においては、原料に含まれるカドミウムの濃度は低いですが、熱処理過程でカドミウムが気散し周辺農地を汚染している事例は多い。汚染地域は極めて限定されたものであり、かえって模範的な汚染対策を実施できる事例とも考えられる。

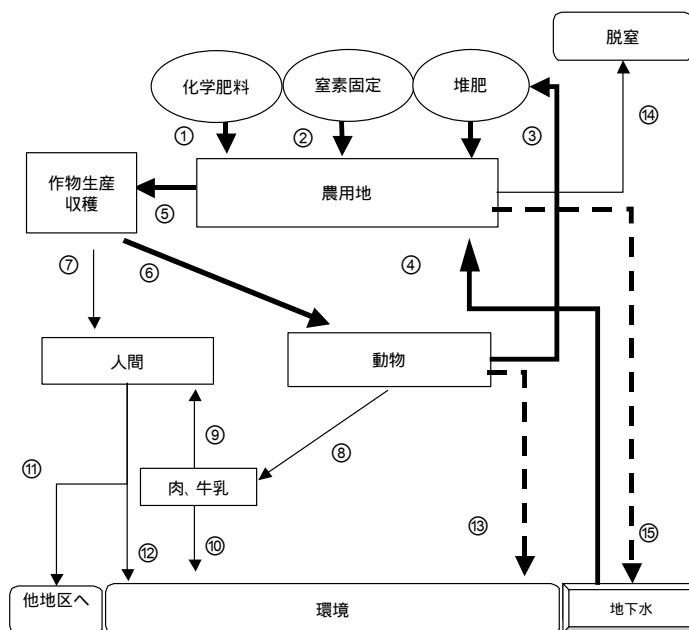
5 技術対策と窒素フローから見た環境保全

環境保全型農業を概観するには、窒素フローの活用が便利である。ガイドラインで提案した技術対策は、農業開発の各種分野にわたっている。ガイドラインを適切に活用するには、これらの位置付け、相互の関連を理解することが重要である。農地における窒素のフローは農産物の主な流れを示している。窒素は、ガイドラインの体系内の項目と最も広範に関連している要因の一つであり、しかも

そのフローは、ビジュアルで、農業生産物、生産段階の全貌を容易に把握することができる手段となっている。

窒素のフローについては、各種のモデルが報告されている。この調査では情報に限りがあり、一次データが不足しているため、できるだけ簡単なモデルを用いることとし、植物栄養・肥料の事典（朝倉書店）に引用されているものを参考とした。

以下に、図中の番号に従い、関連項目の簡単な説明を行った。説明は、農業生産に関連した項目のみにとどめた。



食物生産と消費における窒素リサイクル
<Tentative Model>

窒素の施用

窒素肥料の施用量は現実の農業において増加する傾向にあるが、窒素フローにおける基本的な考え方は、動物の排泄物と地下水からの窒素化合物の窒素リサイクルを増加させ、化学肥料への依存と環境への負荷を軽減させるところにある。これにより、持続的農業および環境保全型農業が発展しうることになる。これまで、化学肥料の施用量は、窒素については 60~80kg/ha にすぎず、窒素施用の低下が収量の減少を引き起こしていることが報告されている。生産費に占める肥料の割合は、約 10% で、決して高くはない。窒素の施用量は、中程度であり、窒素の増投は、効率的に収量の増加をもたらさう。これらのことから、以下のことが提言されよう。

- 農業生産の活性化と収益向上のため、適正な範囲内で窒素肥料を増投する。
【ガイドライン技術項目 項目番号 7.4 (以下同)】
- 他方、環境保全および持続型農業推進のため、堆肥の活用、マメ科作物による窒素の固定、土中・地下水中の窒素の有効利用を進め、肥料窒素への依存度を下げる。【6.1】、【7.4】

空中窒素の固定

農地での窒素の固定は、マメ科作物によるものであり、ザーホラスカ低地では主にアルファルファによる。マメ科作物は、畜産・酪農の必要性から導入されている。外界からの窒素の供給では、現在、化学肥料は窒素固定に比べて極めて大きな比率を持っている。今後、環境保全型農業および持続型農業の推進のため、空中窒素固定の比率を高める必要がある。

- 農畜複合農業において導入されているマメ科作物を振興し、窒素固定の比率を高める。【7.7】
- 直根性の作物であるアルファルファは、土壌改良に有効であり、またアルファルファその他の多年生作物も砂質土壌の生物的多様性を促進する上で有効な作用を持つため、その機能を活用する。【6】、【7.3.3】、【7.7】、【8.1.1】

堆肥の使用促進

堆肥による窒素の再利用は、作物に対する窒素利用および環境保全の面から重要である。

- 堆肥を計画どおり（30 t /ha）に施用すれば、100 kg/ha 程度と、肥料施用に劣らぬ施用量が期待できる。【7.4】
- 堆肥は、土壌改良、肥料成分の保持という点でも、有効である。【6.1】

土壌および地下水からの窒素の吸収

砂質土壌に施用した窒素肥料は、簡単に地下水へ溶脱し、この比率は、壤土より遥かに高い。作物および雑草類は、地下水からも窒素を吸収しており、ザーホラスカ低地の実際の圃場では、土壌および地下水から吸収される養分は少なくないと考えられる。しかし、栄養素の利用効率を高めるため、作土中の栄養素の保持を促進することが重要である。

- 堆肥、緑肥等の有機物を施用することにより、土壌中の栄養素の保持が推進される。【7.4】
- 収穫後に生育する雑草類を緑肥として利用することにより、土壌および地下水からの窒素の吸収、再利用が可能となる。【7.3.5】

作物による窒素の吸収量

畑に施用された窒素の吸収は、作物により異なる。この調査では、作土中の窒素の「60%」くらいが作物に吸収されると想定した。窒素の吸収は、作物の生育状況、施用時期、回数、有機物の施用等栽培環境により大いに異なる。

- 堆肥の施用により、土壌特性が改善され、窒素の吸収が高まる。【7.3.1】、【7.3.2】、【7.4】
- 作物の良好な生育により窒素の吸収量が増加し、多収が期待されるため、作物の肥培管理を適切に行う。【7.2】、【7.3】

窒素成分の環境への流出

砂質土壌では作物養分の流出は、高い比率となっている。この調査では、土壌中の窒素の約「30%」が流出すると想定した。地下水中のかなりの窒素成分は作物に吸収されると考えられるが、流出は窒素の効率を低下させ、地下水汚染の原因となるため、抑制する必要がある。

- 窒素肥料の分施は、作物収量を増加させるばかりでなく、土壌からの窒素の損失を防ぎ、肥効を高めるため、重要である。【7.4】
- 灌漑水は窒素の流出に大きな影響を与える。過剰な灌漑は流出を促進するため、灌漑を適切な範囲に調整する必要がある。【2.8】

脱 窒

脱窒は、通常土壌の還元的な状態で生じる。ザーホラスカ低地では、砂質土壌で乾燥しており、有機物も少ないため土壌は酸化しており、脱窒は少ないと考えられる。このスキームについては、さらに検討を要する。

家畜による農産物の消費

農産物の主要部分は、自給飼料として家畜用に振り向けられている。この調査では、55%が家畜用と推定した。これに伴う家畜の排泄物は、大部分が堆肥として利用されている。堆肥（固形物）は、使用されるまで畑に蓄積され、発酵させる。しかし、家畜排水は保存が困難なため、定期的にアプリケーションで施用する必要がある。畑での廃棄物処理を効率的、安定的に行うため、次のような処理が必要である。

- 作物および牧草の適切な管理を行うため畑地へ施用する。
家畜排水は、収穫後のアルファルファの刈り株への施用、他の作物では、耕起、播種の前に元肥として施用する。【7.7】、【8.1.1】
- 休閑中の畑への施用
休閑中の畑に家畜排水を施用することにより、廃水処理、土壌肥沃度の向上を同時に行うことができる。この場合、環境保全のため、最初に家畜排水投棄用の休閑中の畑を準備する。家畜排水により肥沃度が高まった後、通常の輪作に準じて畑として使用する。【7.3】

- 放牧の利用

家畜飼養においてザーホラスカ低地の広大な農地を利用して家畜を放牧することにより、環境への負荷を軽減できる。【6.3】、【7.7】

上記いずれの場合も、単位面積あたりの家畜数の上限を設定しておく必要がある。

家畜排泄物を堆肥として利用することは、穀物・畜産複合経営および環境保全型農業の強化に不可欠の要素である。飼料の効率性が高く、EUにおいても増産を奨励している豚の生産では、家畜の廃棄物処理は、今後一層重要となる。ザーホラスカ低地においては、土地利用にゆとりがあるため、環境保全型持続的農業を発展させるにあたり、多くの利点を有している。

6 ガイドラインの運用計画

6.1 ガイドラインの利用者と利用方法

ガイドラインの主要な利用者は、農業者と SWME-ID、SWME-PD 及び農業省ブラチスラヴァリージョ事務所のような行政側である。ガイドラインの記述内容がこれら両者にどのような情報を提供するかを示したのが下表である。

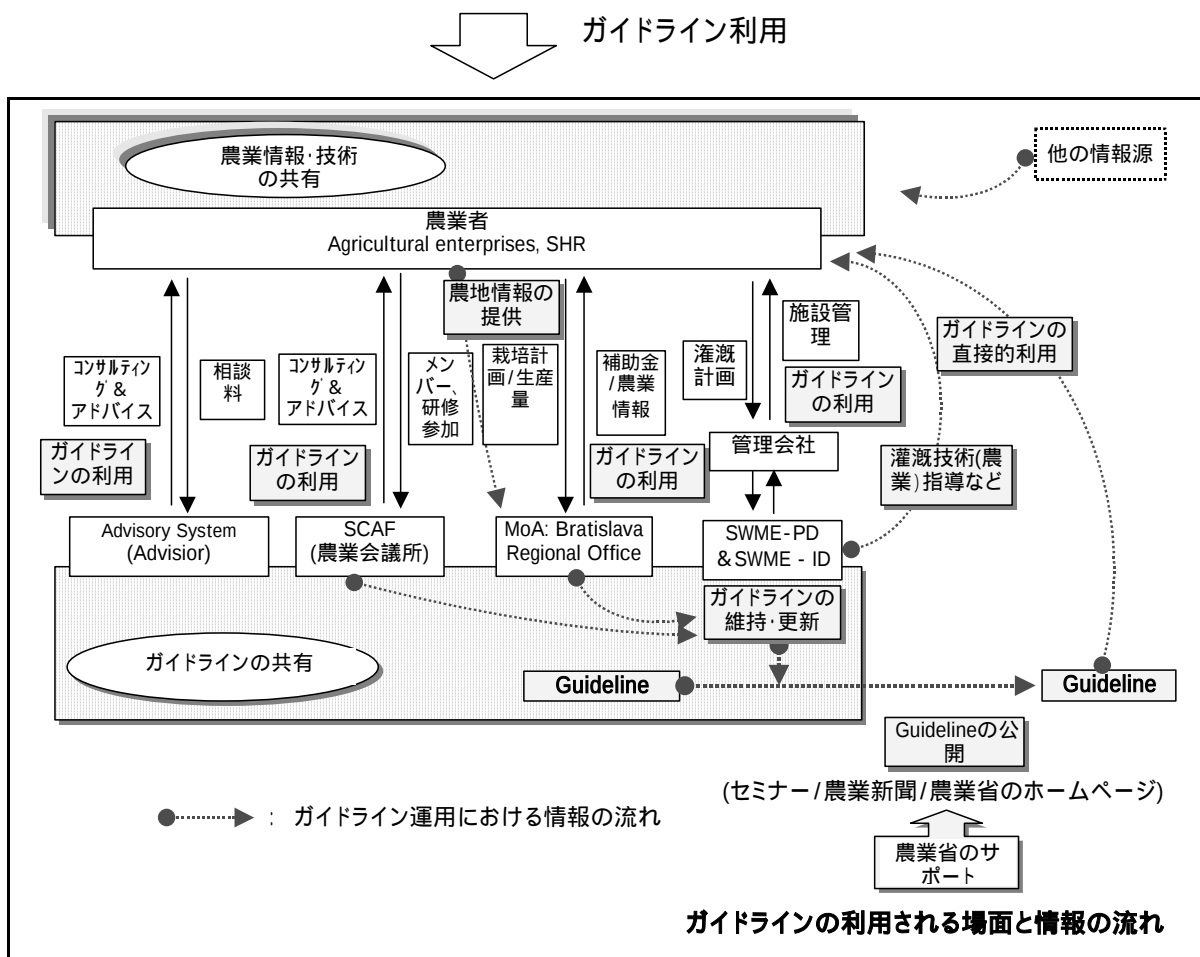
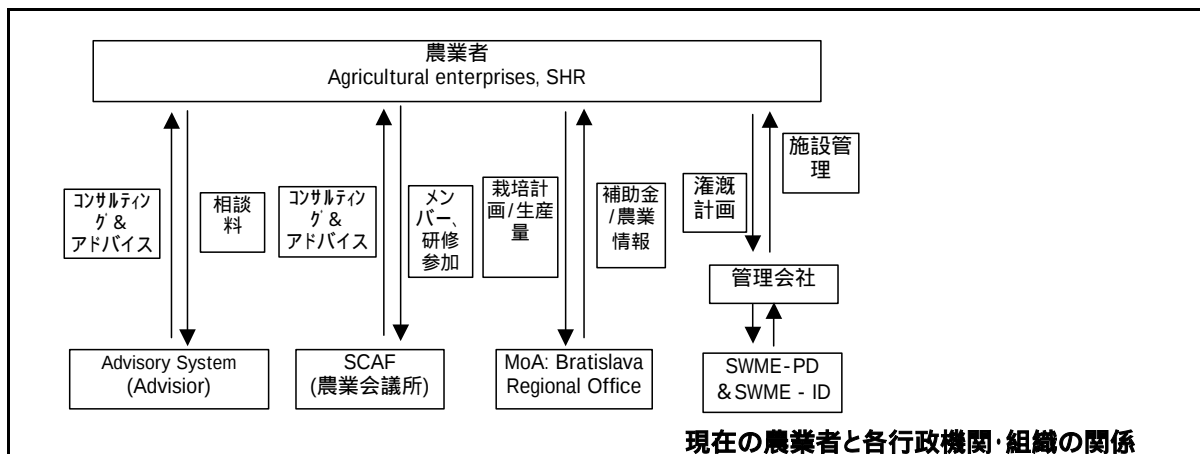
ガイドラインの記述内容と利用者の関係

	利用者	農業者	行政側
ガイドラインの内容	GIS 主題図 *	ザーホラスカ地域や農業者の農地の置かれている環境・条件を理解するための情報	灌漑排水計画のツールとして利用
	地域農業の現状と将来構想	将来の農業計画を立てる上で参考となる情報	ザーホラスカ低地における農業を考える時の指針
	土地資源評価ときたされる農業/土地利用形態		
	水資源/土壌管理計画		
	ケーススタディ	営農において取捨選択しながら利用する内容	農業者に営農指導する内容
	個別技術対策の「栽培技術」と「営農」		
	個別技術対策の「土地分級」		
	個別技術対策の「灌漑」と「排水」	灌漑・排水施設の利用に対する配慮事項の提示	行政側が今後調査・計画していくための指針

*：灌漑施設配置状況および灌漑可能地、・排水施設、・土地分級、・農地所有、・気象状況、etc.

6.2 ガイドライン利用の場面と情報の流れ

現在、調査地域の農業者と行政側の間において様々な情報が流れている。例えばブラチスラヴァリージョ事務所では、農業者から毎年営農計画とその結果としての生産量の情報を受け、事務所は補助金申請の承認と種々の農業情報を農業者に与えている。このような情報の流れは、現状では各農業者とそれぞれの機関との独立した関係となっており、組織横断的な連携がない。ガイドラインは、関係者がそのコンセプトを共有し、それぞれの立場での利用を通じて、情報の流れを円滑化・効率化することが期待される。次図は、ガイドラインの利用と情報の流れへの関与の仕方を示したものである。



6.3 ガイドライン運用における役割分担

次表は、ガイドラインの運用の関係者と関係機関の役割分担を示している。表の最上段と左側に関係者及び関係機関が記載されており、前者から後者への働きかけとしての役割が、それぞれのボックスに記述されている。上段が現状における情報の内容、下段がガイドライン利用段階において新たに要求される役割分担を示している。次節で詳しく記述するが、SWME-ID がガイドライン運用における責任機関となる。

土地の生産性を評価を行う上で、各農地単位で作付面積、収穫面積、収量、肥料の投入量、灌漑の利用(水量)、硬盤の状況、排水不良の状態などの情報が必要となるが、現状においてはこのような情報は極めて限られており、またこれらの情報は農業者しか提供できないことから、これらの役割分担の中で、農業者の役割は極めて大きい。農業者はこれらの情報をリージョン事務所に提出し、これらの情報は最終的には SWME-ID に集められ、ここでのガイドラインの継続的調査の材料として利用されることになる。

6.4 ガイドライン運用のための組織

地域農業が発展していくための一つの手段として、ガイドラインが効果的に利用されることが重要であり、さらにガイドラインの利用を拡大していくためには詳細調査対象地域を拡大していくことも必要である。このようにガイドラインを維持管理していく上で、灌漑、排水、土壌、栽培、GIS などの専門家が必要である。関係機関の中で、これらの専門家を抱えているのは SWME-ID（灌漑排水地方事務所）だけであり、また SWME-ID がガイドラインの作成に直接係ってきた経緯もあり、SWME-ID がガイドラインの運用の責任機関となることが相応しい。これまで SWME-ID は農業者と直接接触する機会が少なく、農業者の営農情報の集積や技術指導等の活動には重点が置かれてこなかった。ガイドラインの運用に当たっては、SWME-ID がこの面での機能強化が必要となる。

SWME-ID の中に「ガイドライン運用のための委員会」が設置され、これに必要な委員が任命されることになる。農業者の情報や、農業会議所及びリージョン事務所に寄せられた情報は内容ごとに分類されて、最終的には SWME-ID 内の各委員のところに集められ、ここでスタディされ、これらの内容は将来公表されることになる。委員会で討議される内容は、ガイドラインの中の個別技術対策から地域の農業開発方針、事業実施方針まで幅広くなることから、その時の議題の性格によって必ずしも全ての委員が委員会に参集する必要はないが、委員会のメンバーの候補としては、下記の機関及び団体が上げられる。

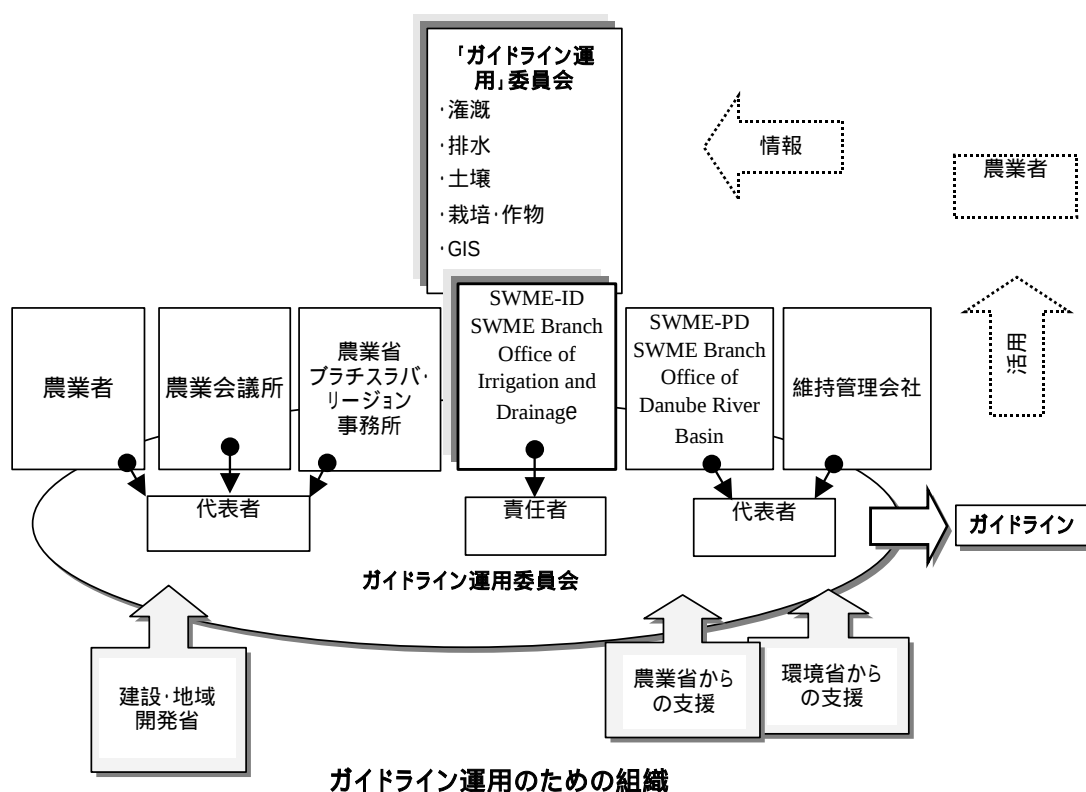
ガイドラインの運用に当たっての役割分担

	農業者	農業省 ブラチスラバ・リー ジョン事務所	農業会議所	管理会社	SWME-PD スロヴァキ ア水管理公社ドナウ河 流域管理地方事務所	SWME-ID スロヴァキア 水管理公社灌漑排水地方 事務所	農業省
農業者		- 補助金の審査と支払い、 - 農業情報の提供	- コンサルティング及びアドバイ スの仲介、 - 農業研修の開催	- その年の利用用水量 の受付け、 - 給水、 - 施設の維持管理、 - 水代の請求			
	- 農業情報や技術の交換、 - 灌漑及び暗渠施設利用 情報交換、 - 灌漑における共同管理	- ガイドラインによる 営農計画のチェック	- ガイドラインを利用 した研修	- ガイドラインを利用 した灌漑計画のチェッ ク	- 暗渠施設の管理指導、 - 灌漑施設の運用 - 管理指導	- 営農指導、 - 灌漑技術(計画)の指導、 - 土壌改良法の指導、 - 硬盤破砕法の指導	
農業省 ブラチスラ バ・リージ ョン事務所	- 栽培計画の提出、 - 生産量の報告		-	-	-	-	
	- 農地情報の提出		- 情報の共有	- 情報の共有	- 情報の共有	- 農業者に対する指導内 容の報告	
農業会議所	- メンバー加入、 - 研修参加						
	-	- 情報の共有		- 情報の共有	- 情報の共有	- 情報の共有	
管理会社	- 灌漑計画の提出、 - 施設状況の報告				- 灌漑計画の承認、 - 施設管理状況のチェック - 施設改修管理計画の承認、 - 補修費の支払い		
	-	- 情報の共有	- 情報の共有		- 情報の共有	- 情報の共有	
SWME-PD スロヴァキ ア水管理公 社ドナウ河 流域管理地 方事務所	- 施設状況の報告			- 灌漑計画(面積、用水 量)の報告、 - 灌漑資機材の整備報 告、 - 補修計画の提出、 - 実績に対する精算提出			
		- 情報の共有	- 情報の共有	- 情報の共有		- 灌漑計画での連携	
SWME-ID スロヴァキ ア水管理公 社灌漑排水 地方事務所	- 農業者からの営農 - 灌漑計画相談、 - 土壌改良法の相談、 - 硬盤破壊の相談	- 農業者から集まる農 地情報の提供	- 農業者の関心事項の 報告	-	- 灌漑計画での連携	- ガイドラインの維持・更新	- ガイドライン の維持 - 更新に対する 支援
農業省						- ガイドライン維持管理 計画書の提出、 - 業務報告	

* 上段が現状、下段がガイドラインの利用段階における情報の内容及び役割分担を示す

- 日常的に農業者と接触して各種の情報を保持している機関また灌漑排水施設の知識を有する機関
農業会議所、農業省ブラチスラバリージョン事務所、SWME-PD、SWME-ID
- ガイドラインの維持管理を支援する国家機関
農業省、環境省
- 地域開発を担当する国家機関
建設・地域開発省
- 日常的に灌漑排水施設を管理していて地域の実情を熟知している団体
管理会社
- ガイドラインの利用者でかつ現地の状況をもっとも熟知している農業者
農業者の代表

従って、下図のような「ガイドラインの運用のための組織」が提案される。



全体会議は、SWME-ID がこれまでの研究成果を発表する時期に合わせて、年 1 回程度行われることが想定される。SWME-ID が今後担当すべき具体的な内容は以下のとおりである。

(1) SWME-ID が担当する業務内容

- 現況灌漑施設の機能の定期的評価
- 現況灌漑施設のリハビリ計画の立案
- 現況灌漑施設の維持管理マニュアルの作成と関係機関及び農業者へのマニュアル配布
- 農業者から新たに灌漑システムのデザインの要請があれば、これに応える。
- 節水灌漑手法の検討
- 現況排水システムの維持手法の検討
- 現況排水路のモニタリング手法の策定
- 現況の暗渠の機能診断方法の策定
- 暗渠の効果についての広報活動
- など

(2) ガイドラインの更新

下記のような項目については絶えず見直しを行い、見直しの結果は約 2 年ごとに公表されることが望ましい。

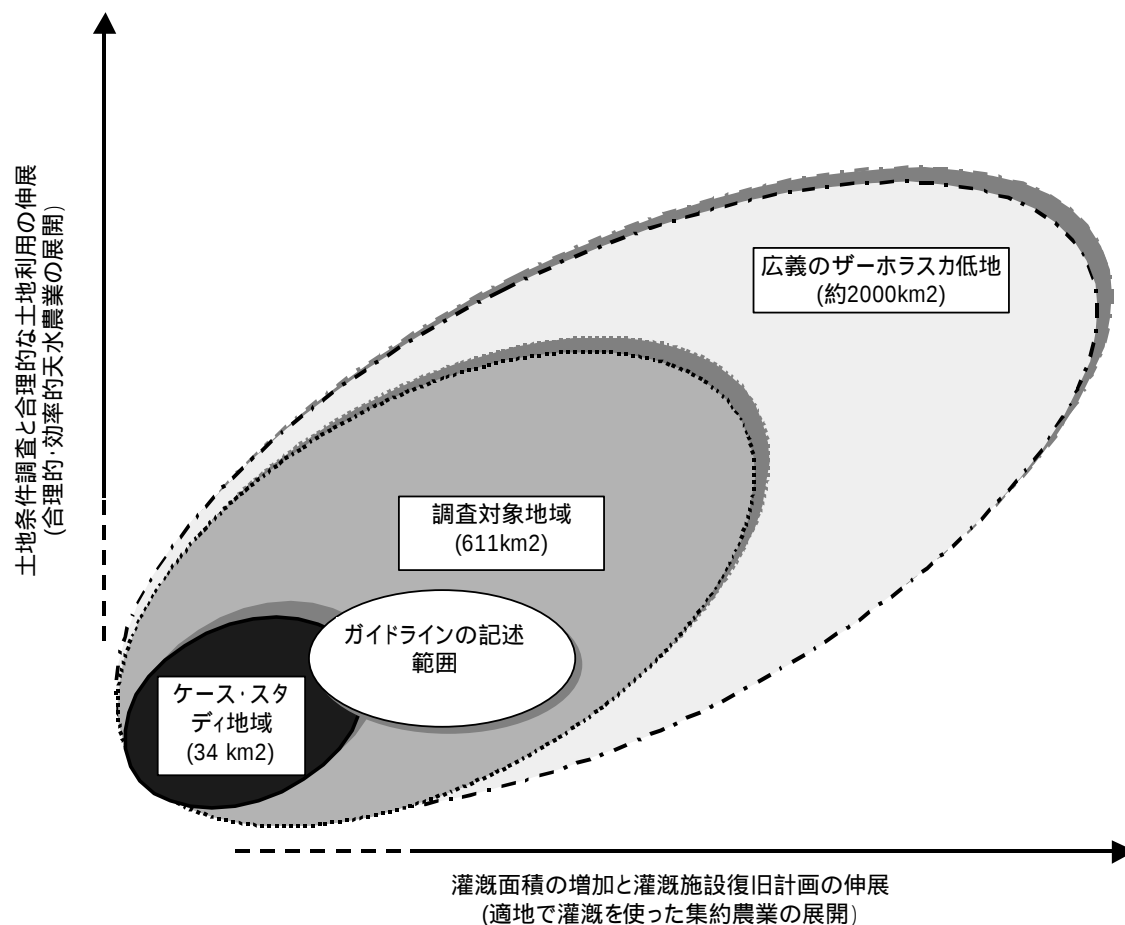
- 灌漑施設の状態
- 土地評価
- 新規導入作物
- その他必要事項

(3) 将来における地域農業の構想の見直し

将来、地域の農業が急激に変化するとか、地域の農業に大きな影響を及ぼすような思い切った政策がとられる場合は、構想からの見直しが必要となる。

6.5 ガイドラインの記述範囲の拡大

ガイドラインの記述は、2001年6月から2002年12月まで実施された調査結果に基づいている。調査対象地域は、マラツキ - 県を中心とした低平地約 611km²であり、2001年6月から2002年4月までは全域を対象に包括的な調査を行い、2002年6月以降はマーレレバーレとベルケレバーレ地区約 3,000ha、ガヤリー地区約 400ha についてより詳細なケーススタディを実施していることから、調査の精度が地域によって異なっている。集約的な灌漑農業及び合理的な土地利用の拡大とともに、詳細調査の範囲も拡大していけば、ガイドラインの精度も上がり、またガイドラインの記述内容がザーホラスカ低地北部のセニツアやミヤバ地区にも活用されていくことが期待されている。



7 水管理 / 土壌管理計画の策定

7.1 ガイドラインを使った地域農業振興へのアプローチ

ガイドラインに記載される技術対策は、特定地区においてその地区の土壌及び水管理計画として組み立てられ、実際に現地にて適用されることとなる。ここでは、土壌及び水管理計画を、「課題を解消し農業生産の改善を図る上で各地区にとって優先度の高い技術的対策の最適組合せをプログラムとして提示するもの」と定義する。これは、広域レベルにおいては公的あるいは準公的機関の水管理 / 土壌管理計画あるいは事業計画として具体化されるものであり、圃場レベルにおいては農業者 / 農業企業の営農計画として具体化されるものである。

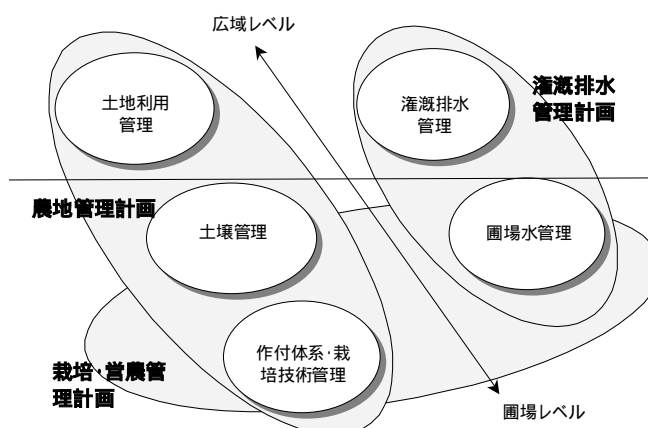
土壌管理 / 水管理計画として取りまとめられる技術対策は、適用する際の取り組みの面的スケールや扱う技術の種類が多岐に渡る。これらの技術項目は、実際の技術適用の観点から、以下の2レベル5グループに分類される。

➤ 広域レベル：主に公的または準公的機関が担うべき事項

- ▶ 土地利用管理：土地資源評価及び各種リスク、被害ポテンシャルの明確化。これは地区の適切な技術対策選定の基礎情報となる。
- ▶ 用排水管理：主に灌漑排水施設の運営、リハビリ及び改善からなる。

➤ 圃場レベル：主にそれぞれの農業者が担うべき事項

- ▶ 土壌管理：土壌の適切な管理を通して、土壌の化学的、物理的肥沃の管理と水分保持力の改善を図る。
- ▶ 水管理計画：圃場レベルでの灌漑排水技術の改善により、作物に適した土中水分のコントロールを行う。
- ▶ 作付体系・栽培技術：作物選定や作付パターン等を含む、圃場レベルでの様々な営農・栽培技術の改善を行う。



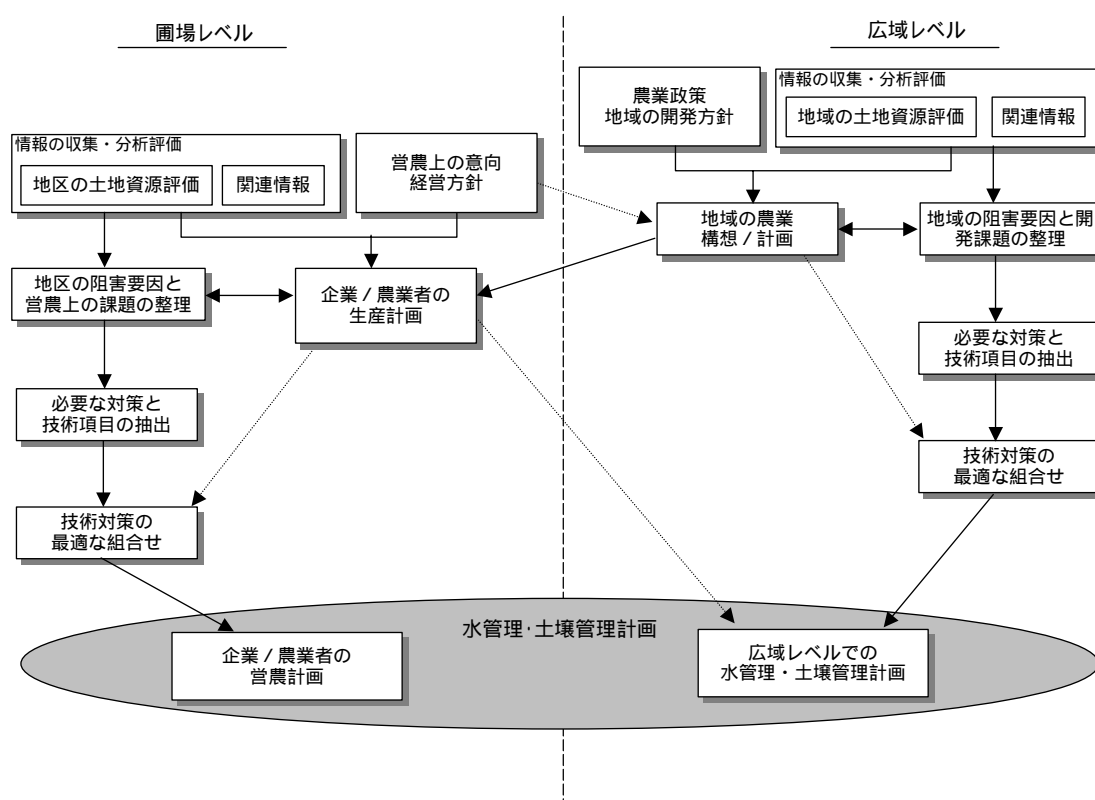
水管理 / 土壌管理計画と5つのアプローチ

なお、本ガイドラインで扱う水管理 / 土壌管理計画は、その対象を耕種農業に限定している。ザーホラスカ低地における営農形態の多くは農畜複合経営であり、多くの場合、経営

上の主力収益部門は畜産／酪農である。耕地農業はこれらへの飼料供給を第一目的にしており、付加的に収益性作物の栽培やその他多角的な生産を行っている。このため、水管理／土壌管理計画においては、畜産部門との連携に十分配慮しながら、耕種農業の改善を図るための計画として立案、実施されていかなければならない。

7.2 水管理／土壌管理計画の検討の流れ

水管理／土壌管理計画は、前述のとおり広域レベルと圃場レベルに分類されるが、それぞれで計画を立て、技術対策を実施していく主体者が異なる。広域レベルの計画は、公的あるいは準公的機関が計画を立案し、公共事業あるいはそれに準じた事業のなかで実施していくこととなる。これに対して圃場レベルの水管理／土壌管理計画は主に農業者及び農業企業の農業エンジニアや彼らを支援する技術相談員が計画を立案し、それぞれの農地で営農・栽培計画の中で実践していく。このため、両レベルの水管理／土壌管理計画はそれぞれ独立して検討されるものの、両者は相互に密接に関連していることから、十分な連携のもとで立案・実施されて行かねばならない。両レベルの水管理／土壌管理計画の検討の流れと連携は、以下のように整理される。



水管理／土壌管理計画の検討の流れ

(1) 広域レベルでの水管理 / 土壌管理計画の検討の流れ

1) 農業政策、地域の開発方針、地域の農業構想/計画

公的もしくは準公的機関が計画する広域の水管理/土壌管理計画は、国の農業政策、地域の開発計画に則しつつ、地域の農業生産の現状と将来像を踏まえ、農業者のニーズを取り込みながら作成されることになる。ザーホラスカ低地の農業を考える上では下記に示す政策や開発方針を考慮する必要がある。

- 農業開発コンセプト
- 国家農業開発計画(グリーンレポート)
- ブラチスラバリージョン開発コンセプト
- ブラチスラバリージョン農業開発計画

2) 情報の収集・分析評価

水管理/土壌管理計画の立案には、各種の公的機関が所有する地域の農業生産に関する情報および、ガイドライン第3章に示す土地資源評価を活用して行なう。

- 公的情報の所在、利用可能性、アクセス方法
- 土地資源評価結果

3) 地域の阻害要因と開発課題の整理、必要な対策と技術項目の抽出

上位計画を踏まえた上で、現地の農業生産の特徴を整理し、地域農業に期待される将来像を構想する。この将来像実現に向けて、将来像と地区農業の現状を比較することで阻害要因を検討し、将来像実現に向けた開発課題が整理される。この開発課題の解決に向けた対策が、ガイドラインに整理された個別の技術対策である。開発課題の整理では下記項目を配慮する必要がある。

- 地域の農業生産に関する土壌条件、灌漑可能性などの条件
- 地域農業の将来像
- 農業者の営農形態、地区内の生産状況/方法

この個別技術項目から、下記の条件に合致するような広域での対策が必要な項目を抽出する。

- 課題が企業 / 農業者間にわたる為、広域での対応が必要
- 課題が面的に広がり、広範囲の対応が必要

ガイドラインでは、第2章で農業条件、ゾーンごとの農業生産の特徴を整理し、この結果から、地域の農業生産の現況と、それから考えられる将来像および、その将来像の実現に向けた開発課題を整理した。広域の水管理/土壌管理計画策定に向けては、この分類を参照しながら、その他の必要項目も検討し、広域レベルで必要な対策、技術項目を抽出する。

4) 技術対策の最適組合せ

水管理/土壌管理計画の策定の為には、抽出された対策、必要な技術項目の適用箇所、およびその必要度などからそれぞれの優先度を設定し、技術対策の組合せを検討する。この対策の優先度は、単に技術的に判断できる部分と、それ以外の地域の実状に応じて設定すべき内容がある。本ガイドラインでは、広域レベルに設定された個別技術対策の中で、技術的な観点から優先度の設定方法について解説が行なわれており、実際には、この他に地域の実状を反映して対策の優先度を設定する。

5) 水管理/土壌管理計画の取りまとめ

水管理/土壌管理計画は、地域の農業開発計画の1項目であり、各個別の対策の集合である。この個別対策は更に技術対策に分かれる。これらの実施対象地区、および対策の必要性に基づいた優先度から、それぞれの実施段階を設定し、これらを組み合わせて水管理/土壌管理計画を取りまとめる。これに、予算処置や、その他の現地の実状を考慮した実施段階の修正を加え、それぞれの実施計画が取りまとめられる。

(2) 圃場レベルでの水管理 / 土壌管理計画の検討の流れ

1) 情報の収集と分析・評価

水管理 / 土壌管理計画の立案に必要な情報は、公的な情報提供と農業者レベルでの蓄積情報を活用することとなる。

- 公的情報の所在、利用可能性、アクセス方法
- 農業者レベルで蓄積すべき農地情報（農地利用、生産活動記録、生産性、特定の問題・・・）
- モニタリング計画

ガイドラインでは土地資源評価結果を示しているが、これは地域レベルでの検討を念頭に置いた精度のものであり、圃場レベルでの検討では、農地に関する情報を追加してより詳細な評価を行う。

- 土壌条件（土壌タイプ）の土壌水分環境の観点からの再評価（土中水分量 or 粘土含有量）
- 灌漑整備計画（回復必要な地区の進捗状況 or 実施の目途）
- 圃場区画、経営内容等の考慮
- 実際の圃場レベルの生産性（栽培実績）に関する情報との照合（土壌条件 / 土壌水分条件）

2) 農業者 / 企業の生産計画と地区の阻害要因・営農上の課題の整理

それぞれの農地において期待される農業像は、土地資源評価の総合判定結果として得られる農業 / 土地利用形態として表現される。各農業者及び農業企業による生産計画は、この総合判定結果を参照しつつ、各農業者 / 農業企業の営農上の意向や経営方針に基づいて決定される。生産計画の策定に当たっては、地区の阻害要因や営農上の課題に配慮しながら、特に以下の点に留意して検討する。

- 農業者 / 農業企業の営農タイプと収益構造
- 畜産 / 酪農を支えるために必要な関連活動、生産の必要量
- 農業者 / 農業企業の利用できる資金、労働力、機械、農地等の経営資源
- 土地資源評価に基づく土地の適正利用方法
- 行政における地域農業の将来構想及び開発計画

本ガイドライン第3章では期待される農業タイプとそれを実施していく上での課題を、ゾーン及び土地条件ごとに整理している。各農業者 / 企業レベルではこれを参照しつつ、それぞれの農地における特定の条件を加味して、目指すべき農業を展開していく上で、解決する必要のある営農上の課題を整理する。

3) 必要な対策と技術項目の抽出と技術対策の最適な組合せ

前項にて整理された、営農計画を推進する上で想定される営農上の課題に関連する技術項目を、本ガイドラインの個別技術対策から抽出する。個別対策技術の抽出では、本ガイドライン第3章で整理したゾーンごとでの各農業タイプに対応した技術対策を参照して、それぞれの農地の事情を考慮しながら、関連する可能性のある項目を網羅するように配慮する。

抽出された個別技術対策をそれぞれの農地・圃場に適用可能にするためには、計画される栽培に対応した一連のパッケージとして取りまとめられる。技術対策の組合せでは、それぞれの圃場レベルでの栽培管理から必要となる技術を集めることとなるが、各企業／農業者の経営の中で、投入可能な人的・物的・資金的資源のバランスや畜産部門からの飼料生産に対する要求等を考慮しながら、適正な適用技術の範囲を決定する必要がある。

各営農タイプでの技術対策の最適な組合せについては、ケーススタディを通じて主要な営農モデルを構築し、紹介することを検討している。実際のガイドラインの運用では、それを参照しながら各企業／農家レベルで検討することとなる。

4) 水管理／土壌管理計画の取りまとめ

圃場レベルの水管理／土壌管理計画は、それぞれの圃場での作付・栽培計画に必要な個別技術対策を組合せたものとして整理される。企業／農業者はこの技術対策を作付・栽培計画の一部として取り込みながら、それぞれの農地での営農計画を作成することとなる。

第3部

ケーススタディ

第3部 ケーススタディ

ケーススタディは、地区を限定した詳細調査によりガイドラインの技術項目の具体的な検討を通じてその内容の深化を図るとともに、ガイドラインを適用した架空の事例を紹介することでガイドラインの内容とその利用方法の理解を助けることを目的として実施した。ケーススタディでは主として圃場単位での農地利用のあり方を検討し、地域としての効果の分析を行っている。ケーススタディは以下の手順で実施した。

- 1) ケーススタディ地区の選定
- 2) ケーススタディ地区でのテーマごとの詳細調査
- 3) ケーススタディ地区の水管理・土壌管理計画の策定
- 4) 水管理・土壌管理計画の評価と分析

なお、ケーススタディ地区の水管理・土壌管理計画は、広域レベルとしてケーススタディ地区全体を、圃場レベルとして実際の農地区画単位を対象として検討し、営農収支等の分析もケーススタディ地区全体と圃場単位で行っている。

1 ケーススタディ地区

ケーススタディサイトには土地条件及び土地利用状況、灌漑システムの状況等を考慮して A 地区のマーレレバーレ、ベルケレバーレ地区および B 地区のガヤリー地区を選定した。これらの位置を図 3.1 に示す。

ケーススタディ地区の選定

候補地区	関係町村	灌漑システム	関連テーマ	営農形態	営農類型	ゾーニング	その他
A 地区	Mare Lezare, Velke Lezare	V5 Male Lezare (P21) Kostoliste (P13)	1), 2), 4), 5), 6)	企業-2, 個人 農家-2	C+A+O C+A C+V	II+III	様々な営農タイプを含む地区。部分的に排水不良地区を含む。
B 地区	Gajary	Dolecky (P12)	3), 6)	企業-2	C+A+O+A C+V	II	風食リスクポテンシャルが極めて高い地区。

主要テーマ

- 1) 灌漑システムの回復と機能改善
- 2) 農畜複合経営における効率的有機物還元
- 3) 風食の実態把握と対策
- 4) 砂質土壌における天水栽培と灌漑効果
- 5) 耕作限界地の評価と利用方法
- 6) 集約的農業

営農類型

- C: 穀類
A: 畜産
O: 油糧作物
V: 野菜

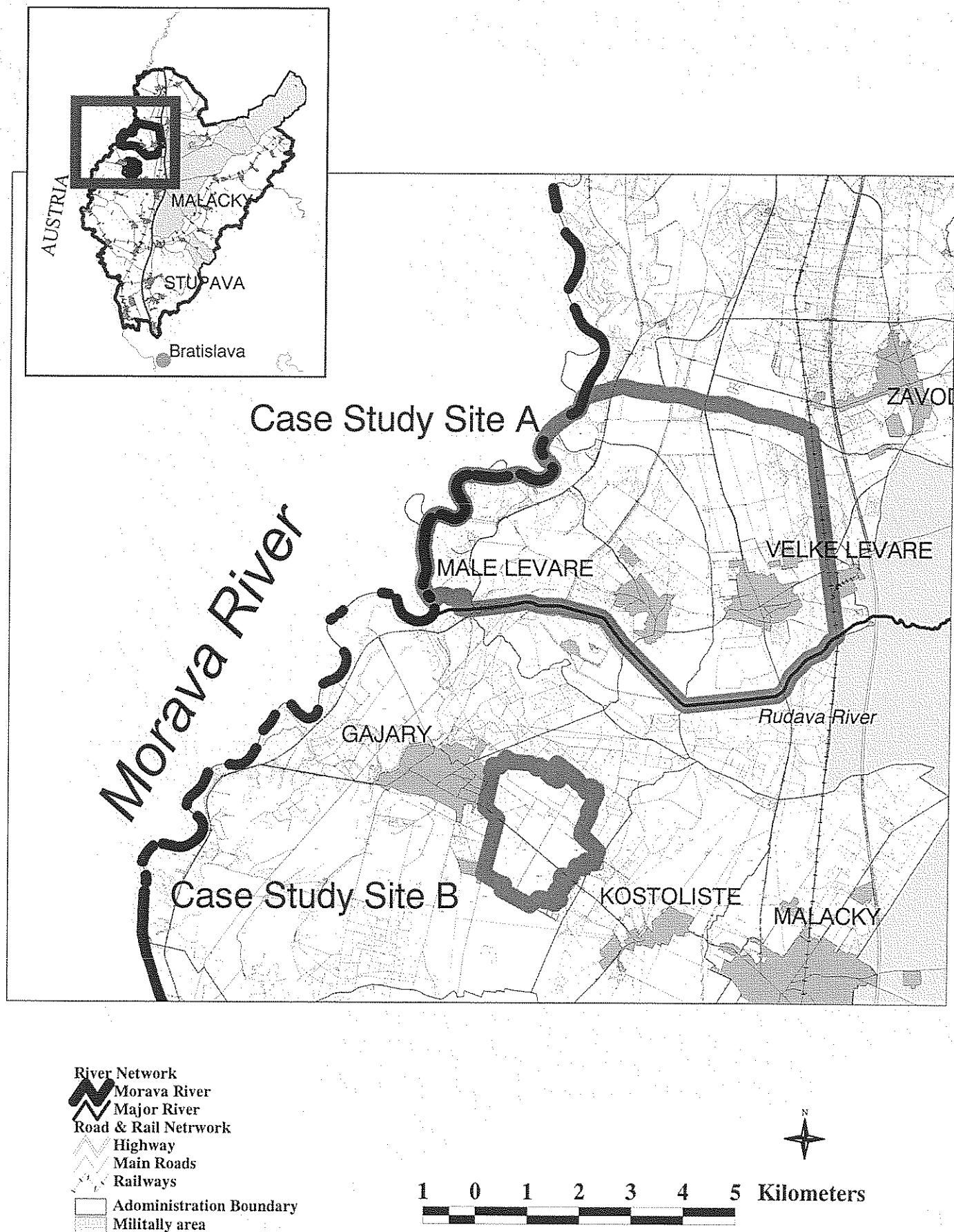


図 3.1 ケーススタディ地区位置図

1.1 自然条件

(1) ケーススタディサイトの位置

1) A 地区：マーレレバーレ、ベルケレバーレ地区

ケーススタディの主要地区である A 地区は、マラツキー県のマーレレバーレ村、ベルケレバーレ村内に設定した。本地区の境界として南をルダバ川、東を鉄道、北は行政界、西はモラバ川として設定した。A 地区は面積約 3,000ha であり、この内 2,500ha が農地となっている。

地区の 40%はモラバ川沿いに広がる自然保護区に設定されているが、ラムサール登録地(451ha)や国定自然保護地区(91ha)などを除く、自然保護地区の大部分は農用地として利用されている。

2) B 地区：ガヤリー地区

B 地区はガヤリー・コスチリッチェ地区の北部に位置し、風食および野菜栽培の検討を行うための特定ケーススタディ地区として位置づける。B 地区の全面積は 400ha で、それぞれの検討課題に適した圃場をこの中より選定した。風食の検討に関して 7 区画の圃場を、集約的な野菜栽培に関しては 1 区画の圃場を選定した。

風食を検討する圃場の全面積は 280ha あり、最も軽くて栄養分に乏しい Eutric Regosol 系の砂質土壌(砂土、砂壤土)がこの大部分をカバーしている。これに対して、Fluvic Phaeozem 系の砂土や壤質砂土を主体とする 80ha の圃場を集約的な野菜栽培の検討対象とした。

(2) ケーススタディ地区周辺の地形、地質

ケーススタディ地区であるマーレレバーレ、ベルケレバーレおよびガヤリー地区の基本的な地形上の特徴として、モラバ川の河岸段丘があげられる。浅い海岸地帯であったウィーン盆地が第三紀に堆積物により埋めたてられた後に海岸線の後退に伴って陸化し、更新世、完新世を通じて河川による連続的な侵食と堆積が繰り返されたためモラバ川沿いに段丘が形成された。マーレレバーレ、ベルケレバーレ地区は標高 147m 乃至 148m の完新世におけるモラバ川の氾濫域、150m 乃至 155m 間のウラル紀の低位段丘、155m 以上のリス氷期に形成された中位段丘から成る。ガヤリー地区も同様であり、標高 150m 以下の地域は河川氾濫域であり、低位および中位段丘が確認できる。

ベルケレバーレの東端に位置する中位段丘において、極一部の限られた地区では露出している第三紀層が確認できる。風積性砂質土はザーホラスカ地区に特徴的なものであり、地域に広範囲に広がるが、これらは第三紀層が様々な地点の地表面から剥ぎ取られたものであり、風によって運ばれたために粒形の揃った石英として堆積したものである。ルダバ川およびボレック川の河川堆積物は、地区中央の高原部から流下してすぐの緩やかな傾斜地に沖積扇状地を形成している。これらの扇状堆土は 5～8%の粘土を含んだ砂質土壌である。また、ウラル紀およびリス氷期の洪積堆積物は小石を含んだ砂質土壌であり、唯一モラバ川の沖積性堆積物のみが粘土分を多量に含むローム質もしくはクレイ質である。

(3) ケーススタディ地区の土壌

地区の主な土壌タイプは Fluvisols, Fluvic Phaeozems, Eutric Regosols 及び Dystric Regosols であり、これらの土壌の基礎は全て未熟土として区分でき、その特徴は異なる土壌母材の性質により決定される。

Fluvisols は、河川による沖積もしくは土壌の縦断構造による地下水といった、水の影響を受けたことが主な特徴であり、この土壌は淡色腐食層を持つ。ルダバ川およびボレック川の扇状堆土は Fluvic Phaeozems に区分でき、この土壌は特徴的な暗色腐食層を持つので、地区の農民からしばしば“ブラックサンディソイル”と呼ばれている。Eutric Regosols は洪積土から流水によってカルシウムとマグネシウムが溶脱した結果として形成される。Dystric Regosols は第三紀層もしくは風積砂土を元にして形成される。

地形、地質および土壌図を元に、ケーススタディの事前調査として行った圃場の地点調査によって、これらの土壌タイプの分布は確認された。この土壌境界を決定するためには、更なる各地点での詳細調査が必要であり、表層土壌を確認することが対象地域の土壌調査の基礎となる。

1.2 社会経済調査

(1) 地区の概要

A地区はマーレレバーレ村とベルケレバーレ村のザーホラスカ低地での典型的な 2 農村で形成される。両村の 66%は牧草地を含む農用地として登記されている。この 2 つの村の間で農用地が全面積に占める割合は大差ないが、その内訳は大きな違いがある。マーレレバーレでは登記されている農用地の 73%は耕作農地であり、残りの殆どは牧草地として利用されているのに対して、ベルケレバーレでは耕作農地と牧草地を合わせ

ても農用地の 54%しかなく、それ以外のガーデンと果樹園がマーレバールに比べて地区の大きな割合を占めている。当地域の農村社会の概要は以下に占めず通りである。

最近（2001 年）の人口統計の結果では、マーレバール村の住民数は 1,046 人（男性 506 人、女性 540 人）であり、そのうち 48.9%が生産年齢に相当する。民族に関しては、95.7%の住民がスロヴァキア人として登録を行っている。信仰に関しては、94%の住民がカソリックであり、0.2%が福音派教会に属し、3.3%が無宗教である。

ベルケレバール村の面積は 4,810ha である。最近（2001 年）の人口統計によれば人口は 3,490 人（男性 1,679 人、女性 1,751 人）である。民族に関しては、97.3%の住民がスロヴァキア人として登録を行っている。宗教では、81.1%の住民がカソリックであり、3.8%が福音派教会、0.1%がギリシャ正教に属している。住民の 60.6%が労働年齢に相当するが、労働者人口は全人口の 51%である。これらの人々は村の中で働いているか、他の市町村（ブラチスラバ、コストリツェ、マラツキー）に勤めに出ている。

地区の概要

項目	細目	単位	A地区		B地区	出典
			マーレバール	ベルケレバール	ガヤリー	
面積		ha	2,176	2,400	5,088	IGC(GKU)
人口		人	1,002	3,358	2,577	1999年12月末
経済区分別人口構成	未生産年齢	%	20.6	19.7	18.9	1999年12月末統計局
	生産年齢	%	59.2	61.1	62.2	
	前 生産年齢	%	20.3	19.2	18.9	
経済活動状況別人口	経済活動人口	人	449	1,576	1,137	1999年6月マラツキー県事務所
	登録失業者数	人	95	366	322	
	経済活動人口比	%	21.2	23.2	28.3	
土地利用	農業用地	ha	1,441	1,598	3,414	1999年度登録地籍IGC(GKU)
	耕作地	ha	1,055	862	2,761	
	牧草地	ha	366	569	524	
	ガーデン	ha	20	167	129	
	果樹園	ha	0	137	58	
	ワイン畑	ha	0	2	7	
	非農用地	ha	735	802	1,674	
	森林	ha	326	452	1,162	
	水面	ha	220	74	187	
	建物	ha	93	114	187	
	その他	ha	97	163	137	
土地利用割合	農業用地	全体に対する%	66.2	66.6	67.1	1999年度登録地籍IGC(GKU)
	耕作地	農用地内での割合 %	73.2	54.0	80.9	
	牧草地		25.4	35.6	15.3	
	ガーデン		1.4	10.4	3.8	
	果樹園		0.0	8.6	1.7	
	ワイン畑		0.0	0.1	0.2	
	非農用地	全体に対する%	33.8	33.4	32.9	
	森林	非農用地内での割合 %	44.3	56.3	69.4	
	水面		29.9	9.2	11.2	
	建物		12.6	14.2	11.2	
	その他		13.2	20.3	8.2	

(2) 土地所有における特徴

ケーススタディの対象地域には、マーレレバーレの 87 圃場、ベルケレバーレの 82 圃場が含まれる。両村におけるこれらの圃场面積はそれぞれ約 1,000ha である。カダスタルデータに登録されている土地所有者データによれば、これらの農地に所有権を持つ者の数はほぼ同程度で、マーレレバーレで 2,051 人 (3,818 人中の 54%)、ベルケレバーレで 2,230 人 (5,545 人中の 40%) であり、農地を持つ土地所有者率はマーレレバーレの方が高い。

両村において圃場の半数の所有権はスロヴァキア土地管理公社が管理しており、これはマーレレバーレで 994 件 (49%)、ベルケレバーレでは 1241 件 (56%) に相当する。

土地所有者は複数の圃場において複数の土地区画の所有権を所有しているため、この土地区画の観点から言えばマーレレバーレの区画の 36%と、ベルケレバーレの 41%の所有権がスロヴァキア土地管理公社によって管理されている。

一圃場の平均的な土地所有権数はマーレレバーレで 212 件、ベルケレバーレで 157 件であり、このうち土地管理公社がマーレレバーレで 89 件、ベルケレバーレで 69 件を管理している。従って、一般的には一圃場に関連する土地所有者数はマーレレバーレで 124 人であり、一方ベルケレバーレでは 89 人である。

これらの 2 つの村では土地所有に顕著な違いは見受けられなかった。しかし、土地所有者の平均的な所有面積で比較した場合には顕著な違いが見られた。ベルケレバーレでは一人の平均所有面積は 1ha であったが、マーレレバーレで 0.3ha にすぎない。このため、一般的に言えば土地利用者がベルケレバーレで 1ha の土地を追加で利用する場合には新たに 1 人の所有者と契約を交わさなければならず、マーレレバーレの場合には 3 人と新規に契約をする必要が有る。ここで 5ha 以上の大面積を所有する土地所有者の農地 (ベルケレバーレ 4 圃場、マーレレバーレ 2 圃場) を除いて計算した場合には、一人あたりの所有面積はマーレレバーレで現在の半分 (0.17ha/人)、ベルケレバーレでは半分以下 (0.3ha/人) となる。

1.3 農業生産

(1) 主な営農類型

ザーホラスカ低地の他地区と同様に、本地域においても幾つかの農業体が農地の大部分を利用している。農畜複合農業が基礎的な農業形態となっており、大豆ミールやビタミン・ミネラル類の補助飼料を除いた自給飼料によって行う酪農と養豚が主な畜産の形態である。生産した飼料作物の大部分は自給飼料として消費されている。

食用の冬小麦や春小麦、ライ麦などの換金作物は、仲買業者や加工会社との契約栽培をもとに作付けされており、野菜もまた加工会社との契約により栽培されている。農業経営の安定のためにも、多量に日常的な農産物を生産する大規模農家は契約栽培を希望している。

対象地区は政府により農業生産不利地域に指定されており、この補助金が農業収支の重要な収入源となっている。

(2) 作付け状況

a) A 地区：マーレレバーレ、ベルケレバーレ

土壌条件や灌漑施設の導入状況など農業生産条件が異なるため、様々な作物が現地では作付けされている。ヒマワリや春大麦、ナタネ、ライ麦などの換金作物が一般に生産されている。特徴的な作物としてはアスパラガスが灌漑を利用した高い栽培技術の下で栽培されており、これは農畜複合農業における伝統的な農産物の中で唯一の輸出品目となっている。

A 地区では主に 4 つの農業体が活動しており、そのうちの 2 つは農業企業で、残り 2 つは登録個人農家 (S H R) である。これら 4 農業体の農地をケーススタディの対象農地とした。

A 地区の対象農地面積は全部で 1,834ha であり、当サイトで農地登録されている面積の 75% に相当する。対象農地の内の 1,108ha が、土壌肥沃度が相対的に低く大部分に灌漑システムが整備されているゾーン II にある。残りの 711ha は自然保護区に指定されている肥沃なゾーン III に含まれる。2002 年の農地の栽培作物を図 3.2 に示す。これによれば、ヒマワリは全対象面積の 19% に相当する 341ha の広い面積で栽培されている。この大部分は加工業者との契約栽培により Stomfa によって栽培されている。ライ麦も 2 番目に広い全体の 16% に相当する 299ha で栽培されている。メイズと小麦の栽培面積はそれぞれ 233ha (13%)、134ha (7%) である。アスパラガスも 104ha と広い面積でアスパラガス社によって栽培されている。

一方で 577ha が草地として利用されており、このうち 226ha が播種せずに刈取を行う自然草地として利用されている。ゾーン III のモラバ川沿いのラムサール登録地や国定自然保護区に指定されている地区は積極的な農業利用が禁止されているため、自然草地の大部分がその地域に存在している。その他の草地では播種が行われており、人口草地として利用されている。これら草地の大部分は個人農家 Dunar の馬の繁殖とアグロツーリズムのために利用されている。

各農業体での農地利用面積はアスパラガスが 257ha、ストンファが 1,034ha、ドゥナールが 531ha、ホリーが 13ha であり、果樹と草地を除いた 1 区画の平均面積はそれぞれ 16ha、15ha、16ha、3ha である。ケーススタディ地区におけるこれらの農業体の土地利用を次ページにまたそれぞれの特徴を下表に整理する。

A 地区の主な農業者の営農上の特徴

農業者名	特 徴	A 地区内の利用面積(ha)
アスパラガス S.R.O.	アスパラガス栽培に特化した中規模の農業企業。所有する圃場の 40% でアスパラガス、残りで穀物と果樹の栽培を行っている。アスパラガスは自社工場で加工した後に販売される。100% 灌漑が行われている。	257
ストンファ S.R.O.	大規模で粗放的な農業を行っている農畜複合農業企業。穀物および油糧作物を主に栽培している。	1,034
ドゥナール SHR	農畜複合経営を行っている大規模個人農家。競走馬の飼育およびアグロツーリズムでの発展を模索している。	531
ホリー-SHR	農畜複合経営を行う小規模個人農家 主な収入は畜産部門に頼っている。	13

b) B 地区: ガヤリー地区

地表の大部分が未だ作物によって被覆されていない春先の乾いた強風のために、しばしば風食被害が発生するが、その被害は余り深刻ではないように見受けられる。平坦な大区画圃場は粗放的な農業に適しており、本地域では穀類とメイズが主要な作物となっている。対象地区は風が強く土中の含水率が低いいため、このような栽培に不適な土地で地域の限られた資源を活用するためには冬作物が適している。

風食に関する検討を行う圃場はケーススタディ B 地区の Jakos の所有する 28ha とした。2002 年にはライ麦、メイズ、ナタネおよび春大麦がそれぞれ 126ha、97ha、44ha、16ha 栽培された。この地域での一区画の平均面積は 35ha と A 地区の平均に比べて非常に大きい。

集約的な野菜栽培の検討を行う圃場は Agro Gajary が所有している。この企業は地区内で 80ha の農地を利用しており、20ha を灌漑を利用したニンジンや玉ねぎ、パセリ、ブロッコリーなどの野菜栽培に利用している。野菜の栽培地区は全面積内でローテーションさせており、残りの地区では穀類を栽培しており、2002 年は 39ha でライ麦、22ha で春大麦の作付けを行った。

また、B 地区では 35ha がオランダの企業によって芝生生産に使用されている。この農地は森林に面した土壌肥沃度の低い北西地区に位置している。

各農業体における各作物の栽培面積 (2002)

作物	農業体							合計	
	アスパラガス s.r.o.	ストンファ s.r.o.	ドゥナール (SHR)	ホリー (SHR)	ヤコス a.s.	アグロガヤ リー s.r.o.	芝生 Copmpany		
小麦		130		4				134	6%
春大麦		27		2	16	22		67	3%
メイズ	27	206			97			330	15%
ライ麦	57	183	57	2	126	39		464	21%
ヒマワリ		257	84					341	15%
ナタネ		26			44			70	3%
アルファルファ			19					19	1%
野菜						19		19	1%
アスパラガス	104							104	5%
リンゴ	69	3						72	3%
人口草地		45	305	1				351	16%
自然採草地		157	65	4				226	10%
芝生							35	35	2%
全圃場面積 (ha)	257	1,034	530	13	283	80	35	2,232	2%
圃場数	15	69	33	5	8	4	1	135	
平均圃場面積 (ha)	17	15	16	3	35	20	35	17	
果樹および草地を除いた圃場面積	188	829	160	8	283	80		1,548	
果樹および草地を除いた圃場数	12	55	10	3	8	4		92	
果樹および草地を除いた平均圃場サイズ(ha)	16	15	16	3	35	20		17	

Source: JICA STDY 2002

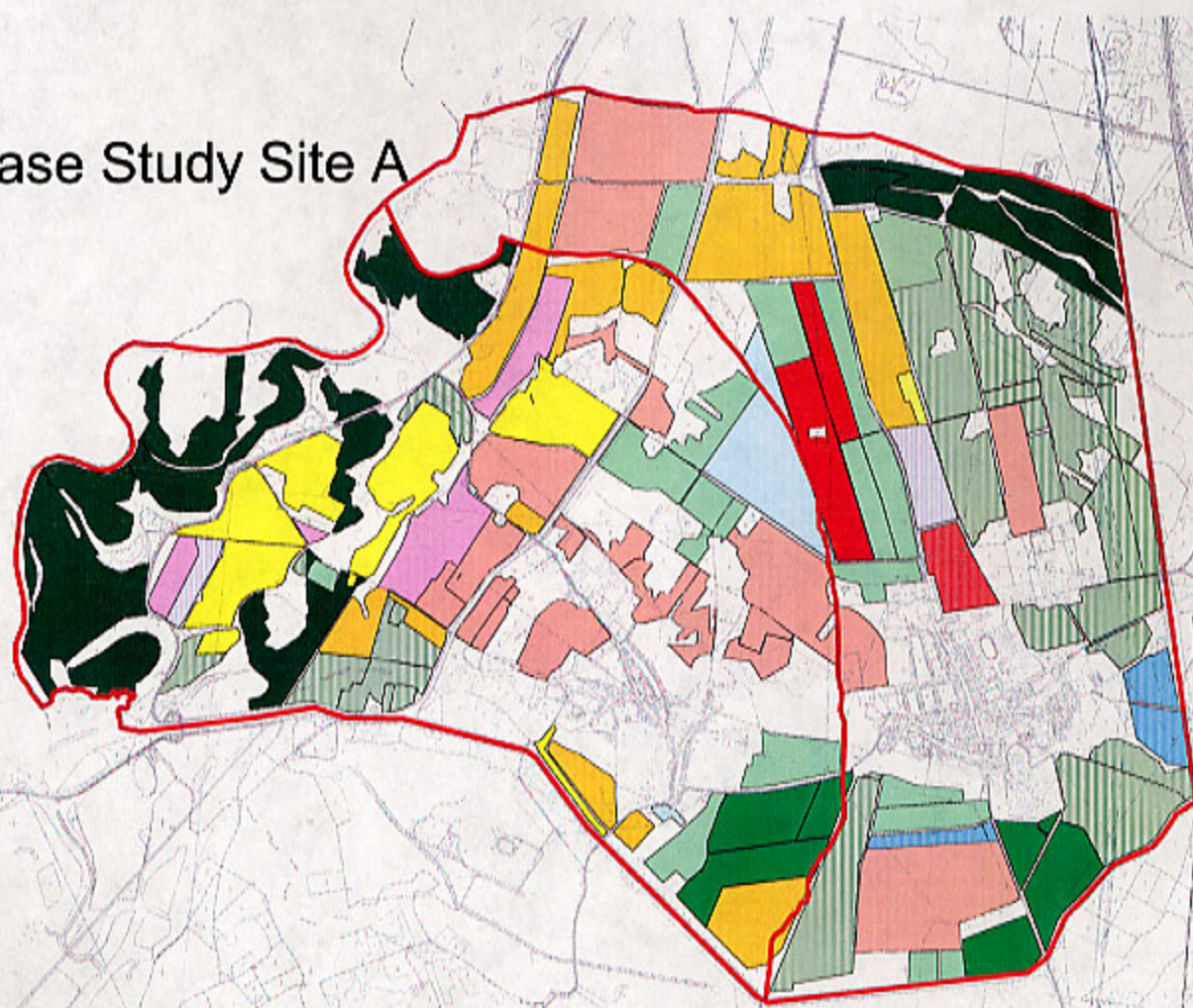
(3) 灌漑システム

A 地区には 1970 年代と 1980 年代に開発された 2 つの灌漑システムがある。ZP Sekule-Male Levare I CS V5 Male Levare 灌漑システム (ポンプ No.P-21)は、カテゴリーI の「少しの修理で利用可能」地区にガイドラインで評価されており、マーレレバーレ村の 759ha の農地をカバーする。しかし、2001 年の実績では全体の 6.6%に相当する 50ha しか灌漑が行われなかった。対象農地では Stomfa の 302ha、Dunar の 206ha、Asparagus の 67ha の合計 593ha の圃場がこの灌漑システムによってカバーされる。

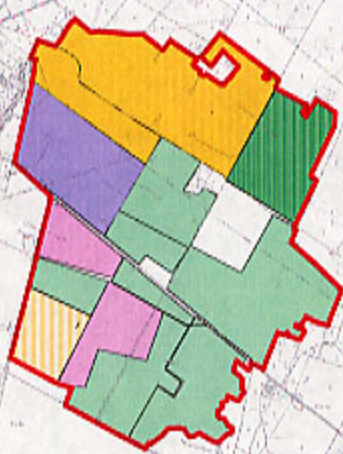
灌漑システム (ポンプ No.P-13) の一部は A 地区の南部をカバーし灌漑水の供給を行っている。この灌漑システムのカバー面積は全体で 4,407ha であり、このうち 293ha が A 地区内に位置する。この他に、102ha に補助灌漑システムが整備されており Asparagus が利用している。

B 地区は灌漑可能なカテゴリーI に区分されている ZP Velke Levare-Malacky I CS Gajary 灌漑システム (ポンプ No.12) に全地区がカバーされる。2001 年の灌漑使用実績は本地区内では 40ha、灌漑システム全体では 535ha であった。

Case Study Site A



Case Study Site B



- C/S Site A
- C/S site B
- Cultivated Crop**
- Maize
- Wheat
- Spring Barley
- Sunflower
- Asparagus
- Rye
- Winter Barley
- Oat
- Rape
- Mustard
- Vegetable
- Alfalfa
- Apple
- Currant
- Turf
- Artificial Meadow
- Natural Grassland

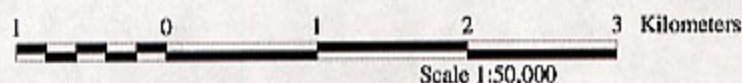


図 3.2 ケーススタディ地区栽培作物 2002年

ケーススタディ地区における灌漑区ごとの各作物の栽培面積														
作物	A地区							B地区				総計		
	ゾーン II					ゾーン III 天水農業	小計 (ha)	(%)	ガヤリー	小計 (ha)	(%)	(ha)	(%)	
	マーレレバーレ				内訳 マーレレ バーレ-1 マーレレ バーレ-2									
	地下水灌漑 地区	天水地区	ポンプ灌漑 区											
小麦				4		4	130	134	7%		0	0%	134	6%
春大麦				0			29	29	2%	38	38	10%	67	3%
メイズ	31			104	93	11	98	233	13%	97	97	24%	330	15%
野菜				0				0	0%	19	19	5%	19	1%
ヒマワリ				212	119	93	129	341	19%		0	0%	341	15%
アルファルファ				19	19			19	1%		0	0%	19	1%
ナタネ	0	0		18	18	0	8	26	1%	44	44	11%	70	3%
ライ麦	15	69		169	122	47	46	299	16%	165	165	41%	464	21%
リンゴ	0	17		55	55	0	0	72	4%	0	0	0%	72	3%
草地	0	49		257	166	91	271	577	31%	35	35	9%	612	27%
アスパラガス		56		48	1	47		104	6%		0	0%	104	5%
合計		102	135	886	593	293	711	1,834	100%	398	398	100%	2,232	100%
草地内訳														
人口草地			49	257	166	91	45	351					351	
自然採草地				0			226	226			0		226	
芝生				0						35	35		35	

1.4 ガーデン農業の実態

農村社会の状況を確認するために社会調査をケーススタディサイトで実施した。この調査の中で、ガーデンによる農業生産活動が大きな役割を果たしていることが明らかになった。ガーデン農業は、マーレレバーレ、ベルケレバーレで一般に広く行われており、農地の性質や、穀類を生産したり家畜を飼育したりするために利用可能な農地面積の違いなど、それぞれの事情によって様々なスタイルがあった。

多くの家庭では、ガーデン農業は状況に応じて流動的に行われていることがインタビュー結果からわかった。1989年の体制変更以降、彼らの置かれた「内部的」な事情（ガーデン面積、経験、技術など）と雇用や他の家族の状況など「外部的」事情によってガーデン活動に費やされる時間と労力が変化してきている。これらのガーデン農業を定量的に整理した結果は以下の通りである。しかし、各家庭で行われたインタビューの記録など定性的な記述に結果の方が、より状況の複雑さを適切に表現している。

ガーデン農地において作付されている作物について以下に示す。マーレレバーレ、ベルケレバーレのガーデン農地や家庭の庭先では多くの種類の作物が栽培されており、一方で村落周辺部の私有農地（extra-vilan）では栽培されている作物の種類は少ない。インタビューを行った家庭では、果樹（マーレレバーレ：ML 85%、ベルケレバーレ：VL 86%）、野菜（ML 82%、VL 90%）、馬鈴薯（ML 76%、VL 59%）などが最もよく栽培されており、これらは特に家屋に比較的近い圃場で栽培されている。これ以外の圃場（特に周辺私有農地）では、穀類が主に栽培されており、これらは家庭内で消費されている。周辺私有農地でも馬鈴薯は栽培されているが、ここでは盗難のリスクが高いため最近栽培が減少している。2村間での栽培品目に大きな違いは無いが、作付け割合では、穀類の比率がマーレレバーレでは39%でありベルケレバーレの28%を上回っている。これはマーレレバーレにおけるイ

ンタビュー対象者の豚や家禽の家畜飼養の割合が高いことと、利用地の区画が広いこと（圃場区画が広いほうが穀物の機械刈取に有利である）に影響されていると考えられる。

マーレレバーレの特徴として、多くのインタビュー対象者が家畜（特に家禽や小家畜）を飼育しており、22（67％）人が1種類以上の家畜を飼育している。これに比べて、ベルケレバーレでは14（48％）人しか家畜を飼育していなかった。一般的なものは家禽類でありマーレレバーレの調査対象者の64％（大部分は採卵用の鶏であり、その他七面鳥、家鴨、ガチョウ等）が、ベルケレバーレの38％がこれらを飼育している。ウサギはマーレレバーレの33％、ベルケレバーレでは17％が、食肉用として飼育されている。豚にも特徴が見られ、マーレレバーレでは4軒に1頭の割合で飼育されているが、ベルケレバーレではその数はもっと少ない（17％）。一般的に、各家庭の庭先もしくは周辺私有農地で生産した穀類を飼料として、これらの家畜は飼育される。小規模の家畜飼育がケーススタディ地区の多くの家庭の特徴を表しており、“田舎”であるマーレレバーレではこれらは広く一般的であるが、それよりも“都会的”なベルケレバーレでは全く農業活動を行わない人々もいるし、ガーデン利用の規模も小さい。

2 ケーススタディ

2.1 土地資源評価

土地評価を行うに当たり、本調査ではまず、ケーススタディ地区を土壌の生産性に着目して土壌区に区分することとした。これらの土壌区は、土地生産性に関して共通の特性を持つ小地区であり、土地利用計画や土壌管理、土壌保全等の管理計画は、原則としてこれらの土壌区ごとに検討、策定することとなる。

ケーススタディ地区の土壌は未成熟で若い土壌として特徴づけられ、その特性の違いの多くは土壌母材の違いにより説明される。土壌区分の第1ステップとして、それぞれの地点における地表堆積物の把握を行った。地形・地質調査の結果から、ケーススタディ地区の地形は、1) モラバ川沿いの沖積平野（標高 149m 以下）、2) ウルム氷期後期の洪積層による低位段丘（標高 150～155m）、3) ウルム氷期前期の洪積層による中位段丘（標高 155m 以上）からなる河岸段丘として整理される。地域内の基盤及び高位段丘は、浅海性の第三紀層で覆われている。平野部及び段丘部の各地点は、等高線の密度や方向により 1) 浸食面、2) 堆積面の地形として区分することができる。一方、地形図と地質図を重ねることで、各地点の基盤堆積物の基礎的な情報を得ることが可能である。また、現地踏査及び現地での地点調査を通じて、各地点の表層堆積物及び土壌母材の概要が特定できる。これらの分析に基づいた土壌の生成過程と母材の特定により、土壌タイプの分類が可能となる。これに基づき、1) 詳細な現地踏査と地点確認を通じて各土壌区の境界を図上で設定し、2) 各土壌区の面積を計測した。ケーススタディ地区における土壌区分の結果を、図 3.3 に示すとともに、その概要を次頁の表に示す。

(1) A 地区（マーレバレー及びベルケレバレー村）

A 地区は典型的な河岸段丘に位置し、東の中位段丘から西のモラバ川氾濫原にかけて緩やかな勾配を持っている。中位段丘の地表は風積砂及びウルム氷期前期の洪積層の混じった第三紀層で覆われている。低位段丘はウルム氷期後期の洪積層と、部分的に風積砂に覆われている。モラバ川氾濫原の大部分はモラバ川の沖積性堆積物に覆われ、部分的に洪積層が露出している。A 地区は、A-1、A-2、A-3、A-4、A-5 の 5 つの土壌区に区分される。

A-1：この土壌区は、(1) モラバ川の氾濫原に分布する、川氾濫堆積物に起源をもつ Fluvisols からなる、(2) 上流から運ばれてきた、微細粘土粒子が多く含まれ養分に富む、(3) 高地下水位、という特徴を有する。この土壌は、水分及び養分の保持力に富み、かつ豊富な養分供給力をもつことから、土壌肥沃度は「high」に分類される。ただし、恒久的な制限因子として、1) 低位部でのウォーターロギング、2) 粘土含量の多さと排水不良に起因する劣悪な耕起作業性、等が挙げられる。

A-2：この土壌区は、モラバ川の氾濫原及び2つの小河川（ルダバ川及びボレック川）の流路に見られる Fluvic Phaeozem により特徴づけられる。ルダバ川の堆積層は薄く、アスパラガス農場付近のボーリング試験によれば 1.6m 程度と確認されている。Fluvic Phaeozem は、(1) 河川堆積物を母材とすること、(2) 暗色の表土をもつこと、により特徴づけられる。上流からの粘土供給が限定されていることから、一般に土性は砂土、ローム質砂土に分類され、一部でロームが認められる。砂質土壌グループの中でも、この土壌区の土壌は肥沃度が高いグループに分類される。しかし一般には、土壌の肥沃度は十分ではなく、保水力・保肥力ともに低い。一部の土壌ではローム質の土性を持ち、土壌肥沃度は「medium」と分類される。このような土壌では、粘性土と同様に土壌硬化の問題を有している。

A-3：この土壌区は、段丘の堆積地に分布する Eutric Regosols（富塩基性岩屑土）により特徴づけられる。この土壌区の土壌は洪積層からなり、主に低位段丘に分布する。砂質土の中での肥沃度の違いを明確にするため、Eutric Regosols を堆積面（A-3）と浸食面（A-4）で区分した。平均的な粘土含有量は5%程度であり、A-4 土壌区のそれよりも高い。

A-4：この土壌区は Eutric Regosols のうち段丘の浸食面に分布するものである。この土壌のほとんどは低位及び中位段丘面の傾斜面に分布する。粘土含有量は3%以下である。土壌の保水力・保肥力は極めて低く、土壌肥沃度は「very low」に分類される。

A-5：この土壌区は、第三紀層に起源する Dystric Regosols（貧塩基性岩屑性土）及び風積砂により特徴づけられる。この土壌は、1) ベルケレバーレ村と鉄道の間の中位段丘、及び2) 風積砂のマウンド林地の周辺部で見られる。第三紀層は浅海性の堆積物からなっており、潮汐により粘土含有量及び養分が極めて乏しい土壌となっている。土壌の肥沃度は、極めて低いと評価され、ケーススタディ地区でもっとも肥沃度の低い「extremely low」に分類される土壌である。

(2) B 地区（ガヤリー村）

B 地区はコストリツェ村とガヤリー村を結ぶ道路を南北にまたいでおり、地区の東端及び南端の農地は風積砂のマウンドに接しており、またその他の周辺部農地は洪積堆積物と風により運ばれてきた風積砂に覆われている。1960 年代から 70 年代の農地拡大において、耕作限界地まで農地として開発されてきた可能性のある地域である。地質的には、ウルム氷期前後期の堆積物が南北の中心線に沿って、東西に分布している。低平地部は B 地区の南東部分の標高 150m 以下地点に限られている。農地の大部分は標高 150m から 155m の低位段丘であり、南東の一部に 155m 以上の地点がある。

B-1：B地区の南西角には、モラバ川の氾濫堆積物に起源すると考えられる Fluvic Phaeozem が分布している。この土壤の粘土含有量は 8%程度であるが、触感では部分的にロームと分類される。この土壤区は、標高 150m 以下の地点に限定される。土壤の肥沃度は砂質土で「low」に、ロームで「medium」に分類される。地表面の透水性が低く、地表に水たまりができていることでは、部分的に耕盤硬化が見られる。

B-2：低位段丘のほとんどは Eutric Regosols に分類される洪積層に覆われている。粘土含有量は 5%程度であり、土壤肥沃度は「low」に分類される。現地踏査の結果からは、この土壤区の低生産性は、風積砂の飛来が関連していると考えられる。A 地区と異なり、この地域の土壤は風積砂が広く混じり込んでいるのが特徴である。この地域では、土壤を堆積面と浸食面で区分することはあまり意味をなさず、実用的でない。そのため、表土の色と触感の違いから、大きく二つのグループに分類した。

B-3：この土壤区は、B-2 と B-4 土壤区の間として位置づけられる。粘土含有量は 5% 以下で、土壤肥沃度は風積砂の影響を受けて「very low」に分類される。

B-4：B地区の北部及び北西部には風積砂に起因する明色の土壤が見られる。この土壤区は松林となっている風積砂のマウンドの周辺に見られ、この風積砂が吹き寄せられて本来の土壤を覆う、あるいは混じり込んでいる。土壤は Dystric Regosols に分類され、土壤肥沃度は「extremely low」に分類される。

(3) 期待収量の試算値

土地評価の数値的表示の一つの試みとして期待収量 (Expected Yield) の概念を提唱し、その具体的な計算手法を説明してきた。砂質土壤の土地利用の判断基準として有効な期待収量の値を算出するためには、土壤の有効水分量の判定が必須の作業である。しかしながら、今回の調査と、これまでスロヴァキアサイドで集積してきた資料では、土壤の有効水分量についての信頼度の高い値を得ることが不可能であった。すなわち、大型農業機械による鎮圧のため農耕地の多くの地点で土層が圧密状態にあり、土壤構造の破壊とあいまって、潜在的に期待しうる水分保持能力が多くの地点で実現されていなかった。さらに、スロヴァキアでの既存の測定装置では Bulk Density の値が 1.9 前後の強度の圧密試料では、pF 値の測定にも困難がある。

ここでは、暫定的な試算の一例としてケーススタディ地区において設定した土壤区について、有効水分量の概数を推定し、小麦の期待収量の概数の試算を行ってみた。Field Capacity の推定には 2002 年 3、4 月の現地調査結果 (表層土壤の含水量の経時変化の測定) を利用し、Wilting Capacity の値は、これまでの実測値の中から利用可能なものを拾い上げて使用した。試算結果は次の表に示した。

ケーススタディ地域の土壌区についての期待収量の試算値

A 地区

土壌区	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
土壌タイプ	Fluvisols	Fluvic Phaeozem	Eutric Regosols	Eutric Regosols	Dystic Regosols
粘土含有量(%)	18	8	5	3.5	2.5
有効水分量(%)	20	12	7	6	5
期待収量(ト/ ha)	5.0	4.4	2.8	2.2	1.8

B 地区

土壌区	B-1	B-2	B-3	B-4
土壌タイプ	Fluvic Phaeozems	Eutric Regosols	Eutric Regosols	Dystic Regosols
粘土含有量(%)	8	5.5	4.5	3.5
有効水分量(%)	12	8	7	6
期待収量(ト/ ha)	4.4	3.0	2.4	2.2

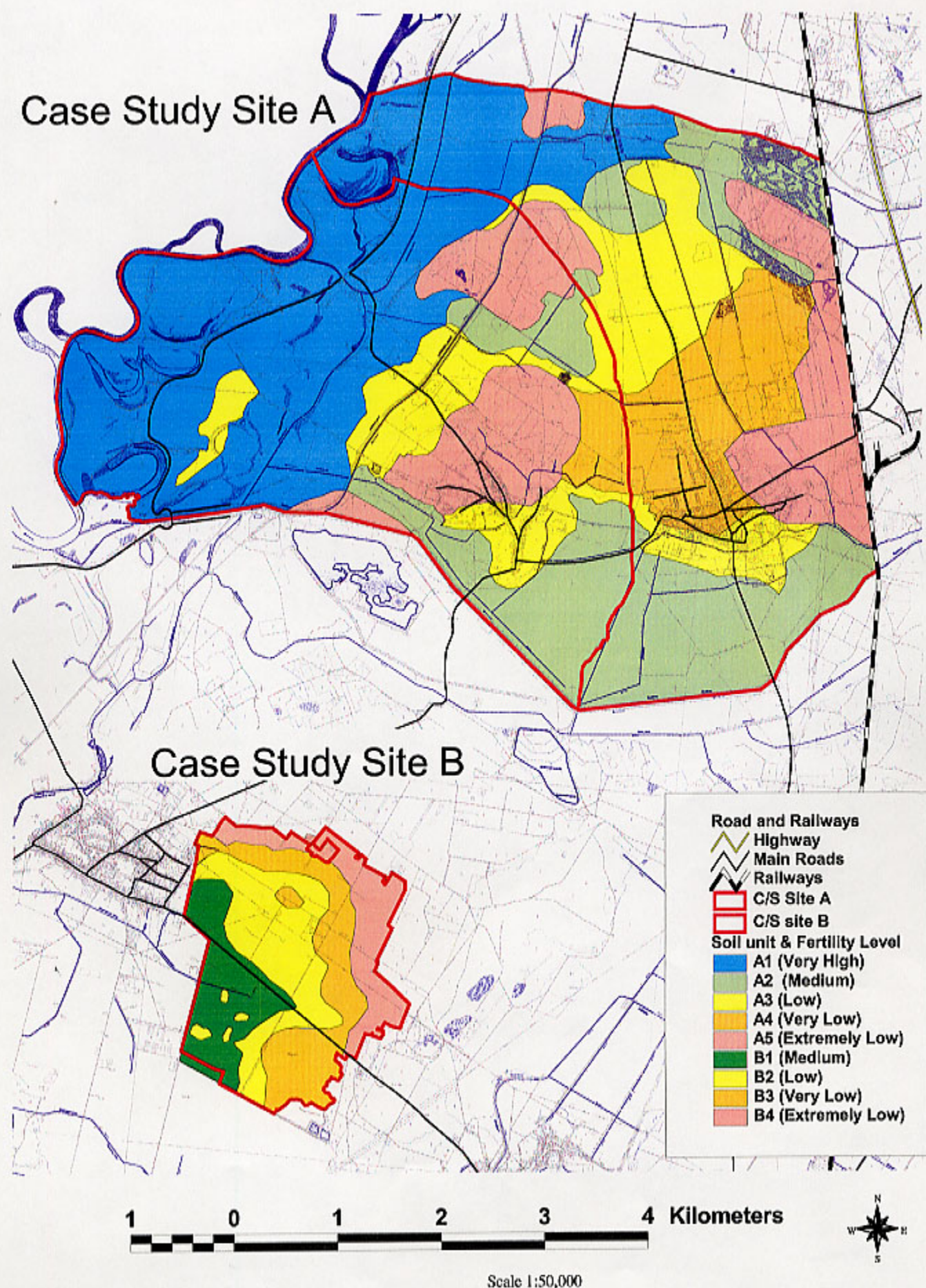


図 3.3 土壤区分結果

Characterization of Soil Units in the Case Study Areas

Velke Levaré and Male Levaré Villages (Site A)

	A - 1	A - 2	A - 3	A - 4	A - 5
Location	Flood plain of Morava	Flood plain of Rudava, Porec and Morava	Deposited area on the low terrace	Denudated area on the low terrace	Low terrace and middle terrace
Parent Materials	River sediment	River deposit	Diluvial deposit	Diluvial deposit	Tertiary deposit and wind blown sand
Soil Type	Fluvisols	Fluvic Phaeozems (Sandy)	Eutric Regosols	Eutric Regosols	Dystric Regosols
Soil Texture (I. S.S.S.)	SL, L, CL,	LS, S	S	S	S
Area of Arable Land	272ha	474ha	245ha	173ha	197ha
Natural Grassland	165ha	58ha	-	-	3ha
Fertility Level	High	Low to medium	Low	Very low	Extremely low
Permanent Limitation	Water logging in bottom spot and poor soil tilth	Poor holding capacity of water and nutrient	Poor holding capacity	Very poor holding capacity	Extremely poor holding capacity
Soil Samples No and Clay Content	L 18 16.6% L 19 18.9%	L 10 8.4% L 11 7.3% V 03 6.7%	L 12 4.8% V 02 4.9%	L 04 2.7% L 05 3.0%	L 06 2.5% V 01 2.4%
Field Plot No. and Grain Yield of Crops	S 10 3.60t/h (Wheat) S 14 1.76t/h (Rye) S 08 1.63t/h (Wheat) S 04 3.83t/h (Wheat)	S 32 3.23t/ha (Rye) S 22 3.67t/ha (Rye) S 34 4.36t/ha (Barey)	S 13 2.61t/ha (Wheat) S 12 0.9t/ha (Mustard)		

Gajary Village (Site-B)

	B - 1	B - 2	B - 3	B - 4
Location	Lowland below 150m	Low terrace	Low and Middle terraces	Low and Middle terraces
Parent Materials	River flood sediment	Diluvial deposit	Diluvial deposit and Wind blown sand	Wind blown sand and Diluvial deposit
Soil Types	Fluvic Phaeozems (Sandy and Loamy)	Eutric Regosols	Eutric Regosols	Dystric Regosols
Soil Texture	L.S S.L, L,	LS, S	S	S
Area of Arable Land	81ha	127ha	103ha	54ha
Fertility Level	Medium to Low	Low	Very low	Extremely low
Permanent Limitation	Poor infiltration in spots and poor soil tilth	Poor holding capacity of water and nutrient	Very poor holding capacity of water and nutrient	Extremely poor holding capacity of water and nutrient
Soil Sample No. and Clay Content	K 09 8.0 % B 01 8.0 %	K 04 5.8 % K 10 5.3 %	G 06 4.7 %	B 02 3.8 % G 05 4.5 %
Field Plot No. and Grain Yield of Crop	J 05 4.7t/ha(Wheat), J 04 3.6t/ha (Wheat)	J 03 2.3t/ha (Oat)	J 02 2.2t/ha (Rye) J 03 2.5 t/ha (Rye)	