

2.2 灌漑の現況

2.2.1 灌漑施設の利用面積

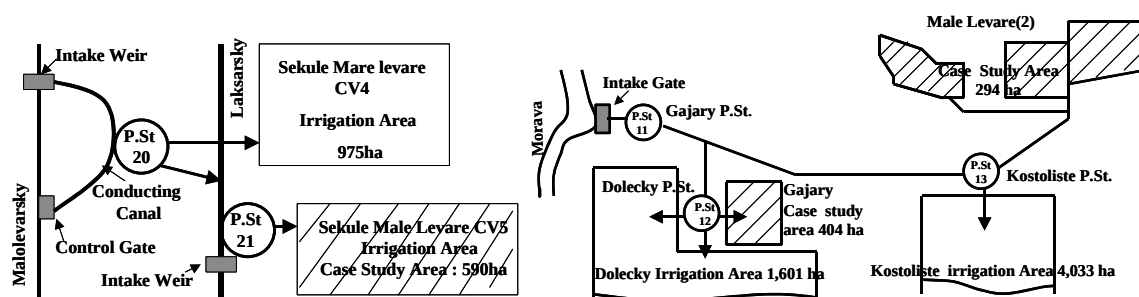
ケーススタディ地区における灌漑施設は、現在ポンプ、パイプともに利用できる状態にあり、これら施設の機能評価はカテゴリーI に分類される。マーレレバーレ、ガヤリーの2地区の灌漑区総面積と実灌漑面積は下表のようにまとめられる。

ケーススタディ地区の灌漑面積

ケーススタディ地区	感慨地区総面積 (SWME-PD の登録面積)	実灌漑面積	非灌漑対象面積	評価年度
	(ha)	(ha)	(ha)	
マーレレバーレ地区	1,131	884	247	August, 2002
ガヤリー地区	465	404	61	August, 2002
計	1,596	1,288	308	-

2.2.2 水源と灌漑システム

マーレレバーレ地区はセクレ・マーレレバーレ（CSV5：P-21）とコストリス（P-13）の2つの灌漑システムがカバーしている。一方、ガヤリー地区はドレチキ灌漑システムの一部にある。これら3つの灌漑システムと各ポンプ場の関係を下図に示す。



(1) セクレ・マーレレバーレ灌漑システム

セクレ・マーレレバーレ灌漑システムのポンプ場（P-21）は、灌漑地区の西側中央に位置し、ラクシャルスキー川から取水している。しかしながら、ラクシャルスキー川には正規の水利権はなく、マロレバルスキー水路（モラバ川からの取水）を水源としている。実際の運用としては、通常ラクシャルスキー川の水（トムキー貯水池から流される余水）を利用しているが、ラクシャルスキー川の水量が不足すると、マロレバルスキー水路を水源とするセクレ・マーレレバーレ（CV4N2：P-20）のポンプ場から当該灌漑システム（P-21）で利用する水量が、ラクシャルスキー川へ給水されている。セクレ・マーレレバーレ灌漑システムの総面積は759ha（実灌漑面積590ha）である。

Male Levare Case Study Site

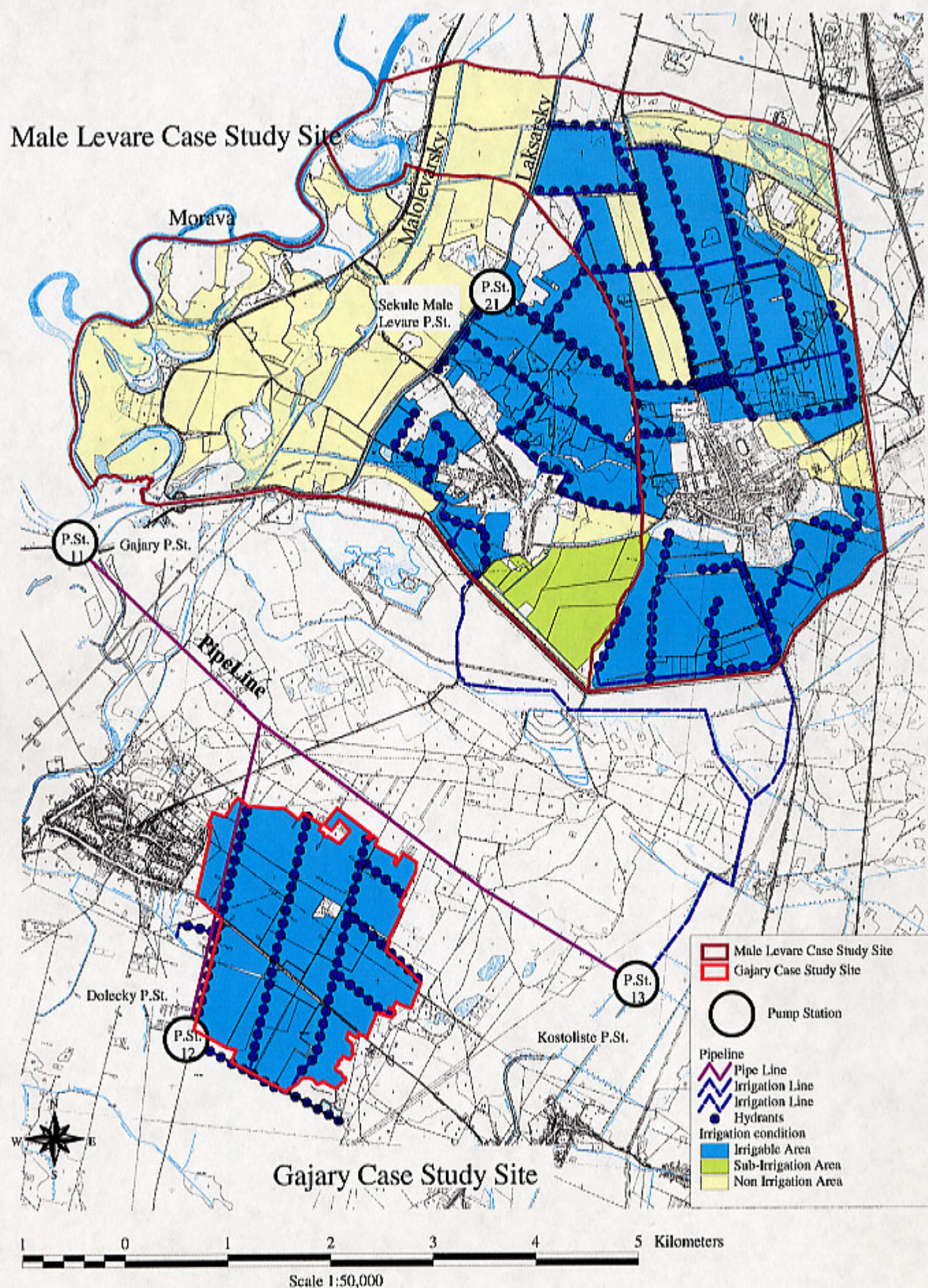


図 3.4 ケーススタディ地区灌漑システム図

(2) コストリステ灌漑システム

コストリステ灌漑システムは、モラバ川の水源を使用している。この灌漑システムは、ガヤリーポンプ場（P11）から送られてくる水源を、コストリステポンプ場（P-13）で再加圧し、受益面積 4,407ha に送水している。ケース・スタディ地区はその一部の 372ha（実灌漑面積は 294ha）を占めている。

(3) ドレチキ灌漑システム

ガヤリー・ケーススタディ地区はドレチキ灌漑システムがカバーしている。この灌漑システムはモラバ川の水源を使用しているが、直接モラバ川からは取水していない。前記のコストリステポンプ場（P-13）と同様に、ガヤリーポンプ場（P-11）から送られてくる水源をドレチキポンプ場（P-12）で再加圧し、受益面積 2,066ha に送水しており、ケース・スタディ地区はその一部 465ha（実灌漑面積は 404ha）を占めている。

2.2.3 灌漑施設

(1) 取水施設

1) セクレ・マーレレバーレ ポンプ場（P-21）

ラクシャルスキー川からの取水は、堰で水位を上げ、ポンプ場に取り入れている。堰の構造は 2 門の木製ゲートによってラクシャルスキー川を締め切り、取水口ではスクリーンによってクリーニングをした後、ポンプの給水槽へ導水している。これらの施設は現在も利用に耐えるものである。

2) コストリステ(P-13)とドレチキポンプ場(P-12)

コストリステポンプ場（P-13）とドレチキポンプ場（P-12）はいずれも加圧ポンプ場のため取水施設は持たない。したがって、直接の取水点は基幹ポンプ場となるガヤリーポンプ場（P-11）である。この P-11 ポンプはモラバ川から直接取水している。その構造は堰などによらず、自然取り入れ（グラビティ）でモラバ川から取水している。したがって、取水量はモラバ川の水位に影響を受ける構造となっているが、モラバ川の水位低下で取水が困難になったことは過去にはない。ガヤリーポンプ場（P-11）の施設は特に構造的な破損もなく機能している。なおモラバ川は国際河川であり、その水利権は $2.4\text{m}^3/\text{sec}$ である。

(2) ポンプ場

1) セクレ・マーレレバーレ灌漑システム

セクレ・マーレレバーレ灌漑システムは P-20 と P-21 の 2 箇所のポンプ場が関与する。P-20 と P-21 のポンプ設備の機能は、現段階でカテゴリーI と評価できる。特に P-20 は 2001 年までカテゴリーII であったが、2002 年で改善された。灌漑も一部開始されており、カテゴリーI に改善されている。

2) コストリステ灌漑システム

コストリステ灌漑システムは P-11 と P-13 の 2 箇所のポンプ場が関与する。2001 年の JICA による機能調査では、いずれもカテゴリーI に評価されている。2002 年においても灌漑が実施されている関係からポンプ場には大きな問題は生じていない。

3) ドレチキ灌漑システム

ドレチキ灌漑システムは P11 と P-12 の 2 箇所のポンプ場が関与する。2001 年の JICA による機能調査では、いずれもカテゴリーI に評価されており、2002 年においても灌漑が実施されている関係からポンプ場には大きな問題は生じていない。P-11 と P-12 とは約 6.0km 離れており、灌漑水はパイプライン（ $\phi 1,200$ ）で圧送されている。P-12 では再度圧力をかけて各圃場へ送水している。

(3) パイプライン

セクレ・マーレレバーレ灌漑システムのパイプラインは管網システムである。パイプラインのサイズは $\phi 125 \sim \phi 500\text{mm}$ の範囲でネットワークが組まれている。パイプラインの機能については、2001 年に主要幹線について通水テストが行われており、地区の 8 割は利用可能な状態にあることが確認されている。コストリステとドレチキ地区の灌漑パイプラインは枝状配管システムで構成されている。パイプラインのサイズは $\phi 150 \sim \phi 500\text{mm}$ の範囲で配管が組まれている。ケーススタディ地区の一部には長期間利用されていない地区もあり、パイプラインの利用に当たっては通水テストで機能を確認することが必要である。

(4) 給水栓（ハイドラント）等の付帯施設

給水のためのハイドラントは地区内に 2～7ha の支配面積でセットされている。また、水管理、施設管理のためにコントロールバルブ、空気弁が配置されている。これらの施

設のうち、ハイドラントの管理状態は、現在灌漑が行われている箇所では利用に支障はないが、長期間利用されていない箇所では、管理ボックスの中に雑木が茂っていたり、破損しているものもある。また、コントロールバルブについても管理状態の悪いものもあり、錆付いて人力操作が不能な箇所もある。したがって、長期間利用されていない区域の灌漑再開にあたっては、調整、修復などが必要である。

2.2.4 灌漑利用の現状

(1) 灌漑面積

2000～2002年の灌漑実績面積はマーレレバーレ地区で48ha、ガヤリー地区で19haとなっている。灌漑作物はガヤリー地区でニンジン、タマネギ、パセリ、また、マーレレバーレ地区ではアスパラガスである。

(2) 灌漑方法

ポンプ灌漑は主に穀類、ひまわり等の大区画圃場を対象に計画され、実施されてきた経緯がある。したがって、散水機は大区画にマッチしたリールホース式で灌漑されてきている。現在農業者が所有する85%の散水機がこのリールホース式のものである。しかしながら、近年マーレレバーレ地区では地中ドリップ灌漑などが小規模ながら導入されてきている。

(3) 維持管理

灌漑施設はポンプから圃場のハイドラントまではSWME-PD(国の機関)の財産であり、SWME-PDが維持管理管理をしている。しかし、実際の運転・維持管理また、修理等は民間会社に委託している。圃場のハイドラント以後のスプリンクラーは、農業者の管理である。現在、水を給水・管理しているSWME-PD(管理会社を含めて)と農業者の間、また農業者同士間には水利組合は存在しない。ケーススタディ地区は5つのポンプ場が関連するが、これらの基幹施設は、2つの民間会社(In-service、HMU)によって管理されている。

2.2.5 ケーススタディ地区の地下水管理区

地下水管理地区はマーレレバーレの南部、ルダバ川沿いの起伏の少ない低平地に位置している。この地区では排水路(ルダバの支流)から灌漑水を暗渠施設へ給水し、地下水位を暗渠の水甲でコントロールし、地下水灌漑を試験的に行っている。管理面積は約102haで実施されている。

2.3 排水の現況

2.3.1 排水の特性としての土地評価

2つのケーススタディ地区（マーレレバーレ、ガヤリー）の排水事情と営農リスクに対する排水特性から、以下のような土地評価分類を行うことができる。

(1) マーレレバーレ地区

マーレレバーレ地区は、1) 洪水・湛水を受ける地区（モラバ川 河川敷）、2) ポンプ排水が必要な地区（環境保護区を含む）、3) 自然排水地区（東部地区）の3つの排水特性に分類され、各排水特性に対する面積は下表のようにまとめられる。

排水区と営農リスク

地区の排水性	洪水・湛水を受ける地区	ポンプ排水が必要な地区	自然排水が可能な地区	計 (km ²)
地 区	モラバ川河川敷地区	環境保護区および暗渠排水地区	東部地区 (市街地を含む)	
地区面積 (km ²)	4.76	20.16	8.36	32.96
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	—

上表の中、「ポンプ排水が必要な地区」は環境保護区と暗渠排水地区からなっており、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。ポンプ稼働の可否が排水不良の直接的原因となるため、排水改良コストの掛かる農地である。現在、マーレレバーレポンプ場の排水効果で、湛水の危険はない。しかし、融雪時は狭い範囲の Depression area では湛水が生じている。因みに春季の2002年におけるマーレレバーレ排水ポンプ場のポンプ運転日数は63日であった。

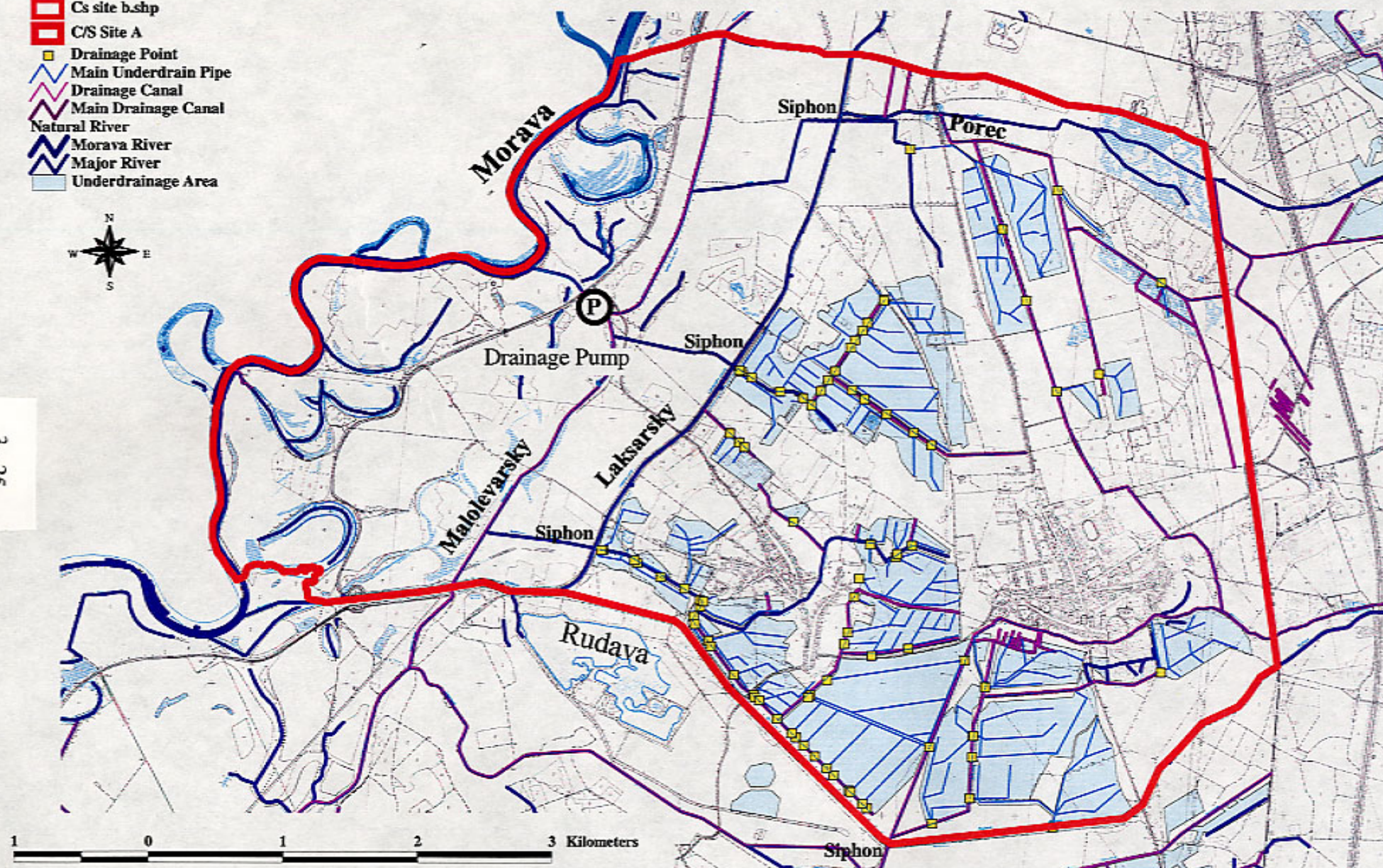
(2) ガヤリー地区

ガヤリー地区の東から西へかけて緩やかな傾斜をもち、排水は自然排水が可能である。雨水のほとんどは地下に浸透し、圃場内には地表水を排水する水路はない。地形勾配の関係から地区の西側の Depression 地区では春季に狭い範囲で湿地も見られる。本地区の西側の境界には、地区の排水（地下浸透水も含む）を受ける形で排水路がセットされている。したがって、ガヤリー地区は自然排水が可能な地区と評価できる。

- ▬ Cs site b.shp
- ▬ C/S Site A
- Drainage Point
- Main Underdrain Pipe
- Drainage Canal
- Main Drainage Canal
- Natural River
- Morava River
- Major River
- Underdrainage Area



3 - 25



Scale 1:40,000

図 3.5 マーレバーレ排水区システム図

(3) 環境保護地区の開発規制の維持

マーレレバーレ地区内には環境保護区が 200ha あり、そのうち 50ha はラムサール条約登録湿地になっている。環境保護区はモラバ、ルダバ とラクシャルスキーの各河川に囲まれた地区で、環境保護区の 150ha では灌漑、排水改良施設の建設は制限されている。また、ポレック川沿いの湿地は農業などとはできない森林湿地で、この地区も環境保護区とされている。また、環境保護区はエコツーリズム、サイクリングコースにもなっている。現在、営農は開発規制の範囲内で行われており、今後の農業生産もこれらの環境保護規制の条件下で行われる。

2.3.2 排水施設の機能と維持管理状況

(1) マーレレバーレ地区

1) 自然排水河川

マーレレバーレ地区の自然排水河川は、地区の南側にルダバ、北側にポレック、南側にラクシャルスキーがそれぞれ流れている。これらの河川の内、ラクシャルスキーとポレックはルダバの支流で、ルダバは調査地区の最終排水河川となるモラバ川に合流している。これらの河川は洪水時にモラバ川の背水の影響を受けるが、モラバ川の水位に対応した堤防整備が完了しているため、洪水被害は回避されている。

2) 排水兼用水路のマロレバルスキー水路

マロレバルスキー水路はホリック付近でモラバ川から取水し、ミヤバ川を Siphon で渡り、本調査地域に導水されている。この水路からは 2 箇所（セクレ・マーレレバーレ P-19 (CSV3)、P-20 (CV4)）のポンプ場が取水している。一方でこの水路は、周辺の余水を集水する排水路の役割を持っている。灌漑用の取水は P-20 (CV4) が最後で、このポンプ場以下は排水路の役割だけとなる。マロレバルスキー水路に集められた水はモラバ川に排水されるか、あるいは下流のゾホルスキー水路に流れる。モラバ川への排水では、春季の融雪時、および夏季の洪水時には、モラバ川の水位がマロレバルスキー水路の水位より高くなる水理条件下で、ポンプによる排水が行われている。

3) マーレレバーレ排水ポンプ場

マーレレバーレ排水ポンプ場はミヤバ川より南に位置する低平地 46.87km² の地表水を排水対象としているが、そのうちケーススタディ地区の面積は 20.16km² (3%) を占める。その位置は、ケーススタディ地区の西側のモラバ川と東側のラクシャルスキー川に

挟まれた地区（ 6.8km^2 ）と、ラクシャルスキー川東側の暗渠排水区（ 13.36km^2 ）が対象となる。マーレバール排水ポンプ場（ $3.0\text{m}^3/\text{sec}$ ）は 1998 年に再建され、土木施設を除くポンプ、電気、制御関係のほとんどが更新されている。当該排水ポンプ場の維持管理については、管理人が常時駐在し、適正な運用・維持管理が行なわれている。

4) 排水路と排水施設

a) 排水路

ケーススタディ地区内には 20 本の排水路がある。これらの水路の多くは人工的に建設されたものであるが、一部には自然水路を改修したものもある。水路の 80%は、水路底と法面の一部でブロックコンクリートライニングが行われている。水路の堆砂は最大で 1.0m、平均 27cm である。ブロックコンクリートの保全状態は雑草のためその多くは確認できないが、今回行った調査地点では、概ね残っている。多くの水路は側面の雑草の繁茂が著しく、通水に大きな障害となっている。また水路底も堆砂の大きなところでは雑草が茂っている。

b) サイホン

東部地区の暗渠排水は、集水路がサイホンで川（ラクシャルスキー、ルダバ）を渡り、低地を流れるマロレバール水路へ自然排水し、洪水時にはマーレバール排水ポンプ場から機械排水を行っている。サイホンの数はラクシャルスキー川を横断しているのが 3 箇所、ルダバ川を横断しているのが 1 箇所である。サイホン構造はコンクリートパイプ直径 0.8～1.50m のもので、機能を損なう構造的な破損は生じていない。ラクシャルスキー川最下流のサイホンは、堆砂のため通水障害が生じており早期のクリーニングが必要である。

c) 暗渠施設

マーレバール地区には 689ha の農地に暗渠が布設されている。暗渠は 1980 年代に建設されたものが多く、パイプは塩化ビニール管もしくは素焼き土管である。また、暗渠は灌漑施設のある農地に併設されている。暗渠は 2～10ha ごとに集合されて排水路に出口ボックスを持っているが、排水路の管理が悪いため、堆砂により出口が閉鎖され機能低下を起こしている。当地区内には 84 箇所の出口ボックスがあるが、地下灌漑地区を除いてその多くが機能障害を起こしている。

(2) ガヤリー地区

ガヤリー地区の排水施設としては、西側の地区境界に2本の排水路がある。地区全体の地形勾配は東から西側に低く傾斜しており、地表水、地下浸透水はこの2本の排水路に集まっている。地区内の西側は、複雑な凹凸地形もあり、春季は湿地も見られるが、狭い範囲であり、全体的には排水性もよく、暗渠施設はない。

2.3.3 排水施設の管理体制

排水施設の内、排水機場、排水河川、排水路の維持管理は、SWME-PD（マラチキ支局）によって行われている。圃場に敷設されている暗渠は土地所有者に所属するため農業者が管理する制度になっている。しかし、実際には農業者による暗渠の改善などは行われていない。

2.4 農地保全・風食害

フェーズⅠ調査の結果、調査対象地域の土壌保全上の問題に関して以下の結論が得られた。水食に関しては、本地域の砂質土壌は透水性が高く、雨水が地表面を流下することは少ないことから、その可能性は無視できる程度に小さい。一方、風食に関しては、風が強いこと、農地区画が広大なこと、軽量の石英を多く含みかつ地表面が乾燥しやすい砂質土壌が広範に分布すること、等から、そのリスクポテンシャルが最も高い地域であると考えられる。2002年3月～4月に実施した現地調査では、ガヤリー村において風食のリアリティを評価するため、風速、圃場面の植被状況、地表土の水分含量等の観測を行った。短期間の調査で風による土壌移動量を直接観測することは不可能なことから、調査では植被による風食防止の効果に焦点を当てることとした。

2002年春の観測結果によれば、ケーススタディ地区での風速は平均的な年に比べて幾分低く、風の弱い年であった。現地調査では、大規模な砂塵は見られず、局所的な飛砂が見られただけであった。ケーススタディ地区において地表土の水分含有量について時間経過を観測したが、その結果によれば、4月上旬には6～13%であった。4月中旬に28mm程度の降雨があり水分含量が上昇するが、気温の上昇とともに徐々に低下し、5月中旬の観測では9.4～3.2%になった。風洞実験の文献資料によれば、砂質土壌では、地表土の水分含量が5%以下で風速が7～8m/s程度の条件が重なった時に土壌粒子の飛散が始まるとされている。地区内で観測された水分含有量は、この点からもこの地区が潜在的に風食のリスクポテンシャルが高いことを示している。

圃場面の植被の確保は、風食に対してもっとも効果的でかつ現実的な対処方法である。本調査では、2002年4月に、圃場面の植被率を、鉛直方向に撮影した写真を使い、葉面で覆

われた面積比率を計測することで測定した。ライ麦、ナタネ及び芝生は土壌表面を効果的に被覆していた。観測された植被率は、ライ麦で 58～95%、ナタネで 58～85%、春大麦で 21～24%であった。芝生では生育期間中はほぼ 100%の植被であるが、定期的に表土を含めて出荷されることから、土壌保全の観点からは風食対策としては捉えられない。

ライ麦は耐寒性がありまた生育初期に横方向に広がって成長することから、順調に成長すれば初春期に効果的な植被を提供する作物である。ナタネも同様に効果的な植被を期待できる。春大麦は、観測時には幼苗段階であった。Stredansky 教授（ニトラ農科大学）の「風食に対する農作物の保全効果」によれば、作物の土壌保全効果として、ナタネで 46%、冬小麦及びライ麦で 43%という数値を示している。冬作物の風食防止に対する通年での効果は、おおむねこの水準にあると考えられるが、その効果には刈り株等の圃場残滓が大きな役割を担っていると考えられる。Stredansky 教授は前述の文献において、「土壌保全には、冬作物を交えたインタークロッピングが最も効果的である」と結論している。

本地域独特の状況として、風食に加えて、第三紀堆積物及び風積砂のマウンドからの、風による大規模な砂及びシルト粒子の移動が、重要な問題となっている。文献資料によれば、砂質土の年間移動量は、ブラチスラバで 89.77mm、クヒーニャで 102.59mm と推定されている。各地点における実際の移動量あるいは侵食量は、地形要因により相殺されて、これらの数値よりもかなり低いものと見積もられる。砂質土のマウンドが裸地状態に近く、また傾斜がきつい場合には、侵食作用が支配的となり、周辺の農地に砂の粒子を吹き寄せることとなる。このような飛砂に対しては林地による被覆が最も効果的で、本地域の農地保全においても現在重要な役割を担っている。

2.5 土壌水分管理

圃場における土壌水分管理は、1) 水分過剰に対する管理と 2) 水分不足に対する管理の 2 つに分けられる。土壌中の水分の過不足は、程度が強くなればどちらも作物に対して水分ストレスとなり、作物の生長や収量に影響する。

2.5.1 水分過剰 - ウォーターロギング

下層土の透水性の低さや高い地下水位により土壌中の排水が阻害されると、土壌中の空隙が水により占められて一時的あるいは恒常的なウォーターロギングの状態になる。このような状況下では、作物根が急速に酸素不足に陥り、好気性の呼吸率が極めて低い状態になる。嫌気性の土壌条件は、作物根に対して、1) 嫌気性代謝により根細胞に毒素が蓄積される、2) 根細胞が土中の無機・有機の毒物に広くさらされる、という 2 つの作用を通じてネガティブな影響を与える。

ウォーターロギングに対する効果的な対策を議論する上で、水分過剰の原因を特定することは重要である。現地調査によれば、ケーススタディ地区でのウォーターロギングの原因は、主に高い地下水位によるものと判断される。これは、1) ウォーターロギングを生じている土壌は河川や水路沿いの窪地になった農地においてのみ確認される、2) ラクシャルスキー水路の水位は周辺農地の地下水位よりも頻繁に高くなる、またモラバ川の水位はしばしば農地面よりも高くなる、3) 現地でのボーリング調査では明確な不透水層が確認されなかった、という点から判断された。

現実的で効果的なウォーターロギング対策として、1) 物理的な改善策としての圃場面の均平化、2) 耐水性作物の導入や冬作物を避けた作付体系、等が挙げられる。ウォーターロギングが懸念される農地では、現地踏査では、ヒマワリや小麦、大麦等に比べてメイズの生育状況が良好であった。一般に、メイズの瘤状の新根は通気組織が発達しており、嫌気性が徐々に進むような状況下では、9日間で15cmの成長をするといわれている。ヒマワリはこれに比べてウォーターロギングに対して遙かに敏感で、根の弱体化あるいは枯死により風による倒覆を受けやすくなる。ウォーターロギングの見られる圃場では、生育不良に加え、倒伏や茎の屈曲といった被害が広く認められる。

2.5.2 水分不足 - 干ばつ

灌漑を行わない場合での干ばつに対する土壌水分管理は、1) 水収支の改善 - すなわち土壌表面からの水分損失の防止、2) 耐乾燥性の高い作物の導入、が挙げられる。

伝統的な天水農業では、マルチ農業、不耕起栽培、休閒を含む輪作体系等による水収支の改善策が幅広く行われてきた。計画経済下での機械化や化学化に代表される農業の近代化の過程の中で、これらの伝統的な栽培技術は失われてきた。しかし、このような技術のうちいくつかは、現在の本地域の営農においても適用可能で、かつ価値のあるものと考えられる。

マルチ農業は圃場水収支の改善で最も基本的な手法である。マルチ農業の導入により、1) 表土の侵食防止、表土の土壌構造の保全、降雨の有効部分の拡大、作物残滓の有効利用等を通じた耕起作業性や土壌肥沃度の改善、2) 水分と化学肥料の利用効率の改善による作物収量の向上、といった効果が期待される。本地域においても野菜等の特定の品目では、このようなマルチ農業の導入の可能性が考えられる。

耐乾燥性の高い作物の導入は、蒸発散量が降水量を上回る場所では極めて重要である。すべての作物は遺伝的特性から、それぞれ異なった耐乾燥性の性質を持っている。このような耐乾燥性は、1) 効果的な水分吸収、2) 効果的な水分利用、3) 干ばつへの耐性、といった様々な特性から決まってくる。

ある種の豆科牧草や稲科牧草は短期間の内に深い根を張ることができ、他の植物よりも乾燥に強い性質を持つものがある。本地域では、以下の理由からアルファルファの作付が推奨される。1) 秋蒔きのアルファルファは夏がくる前に地下水位に達するような根を深く張ることができ、また通常2~3年にわたり精力的に成長する。2) アルファルファの作付けによりその窒素固定能力により土壌中の窒素収支を改善することが可能であり、同時に、根域に大量のバイオマスを残すことから土壌の団粒構造を回復しながら肥沃度を改善することが期待される。また、これ以外の豆科牧草や稲科牧草も土壌の団粒構造の回復に貢献することが期待できる。

2.6 土壌肥沃度管理

土壌肥沃度は、一義的には「作物の生育に対する土壌の水分と栄養分の供給能力」として定義される。水分と栄養分を同時に供給していくためには、土壌は十分な空隙を持ち、水分の保持と、カルシウムやその他養分と作物の呼吸に必要な空気の保持が十分にできることが求められる。それぞれの観点からの肥沃度は自然環境や栽培技術により異なった役割を持つため、土壌肥沃度管理技術については、土壌区ごとにそれぞれ検討する必要がある。

Fluvisols (A-1 土壌区): 恒久的な制約因子として、ウォーターロギングと低い耕起作業性について考慮する必要がある。一般に Fluvisols は粘土分や栄養分に富んだ河川堆積物からできており、適切な排水環境が確保されれば高い肥沃度を持つ。ウォーターロギングや耕盤硬化は、この Fluvisols の本来持つ肥沃度が発現するのを阻害する。ウォーターロギングは2.5節で述べたとおりであり、ここでは耕盤硬化について述べる。

耕盤硬化は植物の根が土中に貫入していくのを阻害するとともに、土壌の耕起作業性を悪化させる。大型農業機械による圧力により、土壌空隙中の水の一部が押し出され、代わりに浮遊する微細粒子が空隙に入り込むこととなる。これにより徐々に空隙が微細粒子に埋められて、土壌構造の硬化が進む。また、乾湿の繰り返しは、この過程をさらに進めることとなる。耕盤硬化は 1) 空隙率の低下、2) 容積重が増加、3) 貫入抵抗の増加として観測される。

2002 年春の土壌試験では、ケーススタディ地区で採集された試料の多くで高い容積重を示し、一部では耕盤硬化が起きていると考えられる水準に達していた。各土壌の地点の表土付近での容積重は、Fluvisols(ローム)で 1.64g/cm^3 、Fluvic Phaeozem(砂質土)で 1.83g/cm^3 、Fluvic Phaeozem(ローム質砂質土)で 1.69g/cm^3 という数値が得られている。SWME-ID では土壌硬化が生じている土壌を、容積重で粘土で 1.35g/cm^3 以上、ロームで 1.45g/cm^3 以上、ローム質砂質土で 1.60g/cm^3 以上、砂質土で 1.70g/cm^3 以上、と定義している。粘土分含量が高くなると粘着力 (cohesion) 及び付着力 (adhesion) が高まり、土壌硬化を更に厳しいものにし、結果として土壌の耕起性は著しく減退する。

耕盤硬化を起こしている農地では、機械作業の時期を決定するのが極めて困難である。土壌が湿っている場合、農業機械はスリップして作業性が悪化すると同時に、更なる耕盤硬化をもたらすこととなる。一方、土壌が乾燥している場合、土壌の硬度が高まり、耕起はより困難となる。硬化した土壌の機械的な破碎は、ある程度は可能であるがその効果は長続きしない。特にこのことは圃場管理が緻密でない場合に顕著であり、この改善効果は数年のうちに衰退してしまう。この改善効果を持続させるためには、機械的な対策に土壌の団粒構造を回復するための生物学的な対処を組み合わせることで初めて継続的な改善効果が期待できる。畜産廃棄物を利用した堆肥の重点的な施用は土壌構造の改善に効果があるが、土壌の団粒構造を本格的に回復するためには豆科及びイネ科牧草を取り入れた輪作体系の導入によってのみ実現可能となる。

Fluvic Phaeozems (A-2、B-1 土壌区): これらの土壌区の土壌肥沃度は「low」から「medium」に分類されるが、恒久的な阻害要因が一番少ないことから、土性がローム質に近ければ、農地として最も管理しやすい土壌区といえる。

この土壌区の土壌の唯一の欠点として氾濫堆積物の層が薄いことが挙げられる。このため、農業に適した表土が流出しないよう、最新の注意を持って土壌管理を行う必要がある。例えば、B-1 土壌区の Fluvic Phaeozems では、洪積性の砂層上の氾濫堆積物は厚さが 50cm しかない。氾濫堆積物が侵食面にある場合、現在、農業利用に適している表土も、徐々に他の土壌区の砂質土と同程度に落ちていくと考えられる。耕盤硬化が所々に見られており、豆科及びイネ科牧草の定期的な導入により、土壌構造を改善することが好ましい。

Eutric Regosols(A-3、4 及び B-2、3 土壌区): これらの土壌区は土壌肥沃度の観点からは「low」から「very low」に区分される。しかしながら、耕作地の 50～60%以上を占めていることから、これらの土壌区の適切な管理が、本地域の持続的な農業展開の鍵となる。これらの土壌区では、灌漑の適切な利用と併せて、堆肥の重点的施用、マルチング、適作物選定、牧草類の導入、耕作限界地の草地転換等、営農上の対策を組み合わせることで適用していくことが求められる。

Dystric Regosols(A-5 及び B-4): これらの土壌区の肥沃度は「extremely low」に区分される。第三紀層を母材とする土壌の大部分や風積砂は、細流分や栄養分の含有量が極めて低い。これらの土壌は林地となっているマウンドに接した、農地の周辺部に分布している。これらの土壌は、計画経済下での経済性を無視した農地拡大により、農地利用されてきたと捉えることができる。現状においても、これらの土壌を持つ農地は放棄地あるいは草地として利用されている部分が多く、無理な耕作を行っている農地については土地利用の転換が必要である。なお、B-4 土壌区に見られる芝生産は、この特殊な例と位置づけられる。適切な土地利用転換がなされなければ、土地資源の更なる劣化と農村環境の破壊が懸念される。