

(3)-3 再生方法の検討と検証

旧農地域

旧農地域を再生するためには、標準区と同様な地下水環境に近づける必要がある。その方法としては、

地盤を掘下げ、相対的に地下水位を上昇させる。

旧雪裡川の水位を上昇させる。

が考えられるが、まず旧農地域の一部で、地盤掘下げによる無機環境の変化・植生の回復効果を検証する実験を行う。

ハンノキ林

ハンノキ林については、その成立、拡大要因が明らかにならなかった。

ハンノキ林部分での再生手段の検討の一つとして、まず、ハンノキ林伐採の効果や影響について明らかにする実験を行う。

2) 試験的事業の実施

広里地区の再生事業の検討(3)-3 を踏まえ旧農地域及びハンノキ林内において試験区を設定した。

・旧農地域：地盤掘り下げ試験区（資料8）

植生、地下水位、地盤高が異なる試験区において、表土の剥ぎ取りにより標準区の地表面水位と同等の水位環境を整え、無機環境の変化・植生の回復を調査する。

調査区の設定

Bライン上の農地跡地部分に3箇所の調査区を設置。

調査区はそれぞれ掘り下げ処理前の植生・水位・地盤高が異なるため、処理後の経過について、調査区間で比較を行う。

また、標準区に生育する主要種の一つであるヨシの播種を行った処理区を、各調査区に組み込み、ヨシ播種による植生再生への効果についても検証する。

1調査区(30m×35m)には4タイプ(1タイプ:5m×20m)の処理を行い、1タイプ当たり5コドラート(1コドラート:1m×1m)を設定。

4タイプ Type A 無処理区(コントロール)

Type B 地盤の掘り下げ区 播種なし

Type C 地盤の掘り下げ区 ヨシの播種有り(300粒/m²)

Type D 傾斜掘り下げ区

・ハンノキ林：ハンノキ林伐採試験（資料9,10）

ハンノキ林の一部を伐採し、林床の湿原植生や地下水等の環境条件がどのように変化するかを調査する。

調査区の設定

Bライン付近のハンノキ樹高が高い群落と低い群落の2箇所に調査区を設置。

それぞれ伐採、非伐採の処理区(1処理区:25m×25m)を設け、Bラインのハンノキ林縁部に2地点のチェックプロット(10m×25m:各処理区での伐採が地下水位や水質に及ぼす影響を調査)を設置。

1調査区に小調査区(5m×25m)を5つ設定。

3)平成15年度広里地区自然環境調査概要

(1)地盤掘り下げ試験区

平成14年2月、旧農地区域の表土剥ぎ取りを行った箇所について、平成15年春期より、無機環境及び植生回復状況の調査を行った。

調査内容

コドラート単位

地下水位、土壤水分、土壤水水質、植生調査

各処理区（試験区）単位

地下水位、土壤水分、地温、土壤水水質

その他 蒸発散、降雨、気温、湿度

標準区（リファレンスサイト）の状況と比較

(2)ハンノキ林の追加調査

ハンノキ伐採試験区

平成14年2月、ハンノキの伐採試験を行った箇所について、平成15年春期より、湿原環境への影響調査を行う。

調査内容

土壤水質、地下水質、土壤水分、地下水位、蒸発散量、地温、気温、湿度、樹冠雨の水量・水質、樹幹流の水量・水質、下層植生の現存量、成長量、枯死量、樹冠投影図
降雨量など

ハンノキ年輪調査

ハンノキ林の発達状況の違いに応じ調査ポイントを設けて年輪調査を行う。

(3)モニタリング調査（対象地域全体を対象としたもの）

平成14年度に行った詳細環境調査のうち、必要な調査項目について引き続きモニタリングを実施する。

(4)事業地周辺での環境調査

広里地区自然再生事業の実施が事業地周辺へ与える影響及び、今後の事業展開を検討するため、対象範囲を広げ調査を実施する。

4)平成15年度の調査結果

(1)地盤掘り下げ試験区

各掘り下げ試験区での平均水位は標準区（リファレンスサイト）と同等となったが、水位変動は Type A（無処理区）と相変わらず大きな値をとった。（図 1-1-3）

各掘り下げ試験区における土壌水水質に変化が見られた。カルシウムイオン（Ca²⁺）、アンモニウムイオン（NH₄⁺）、全溶存態窒素（TDN）濃度が、標準区（リファレンスサイト）や Type A（無処理区）よりかなり高い値となった。

掘り下げ試験区 Type C（ヨシ播種有り）ではヨシ実生の生残率の低さと初期生育の悪さが確認された。Type B（ヨシ播種なし）では全くヨシ出現せず。

掘り下げ試験区と標準区（リファレンスサイト）における植生の種組成的な共通点は現段階でほとんど無く、長い再生時間を要する可能性が示唆された。（図 1-1-4）

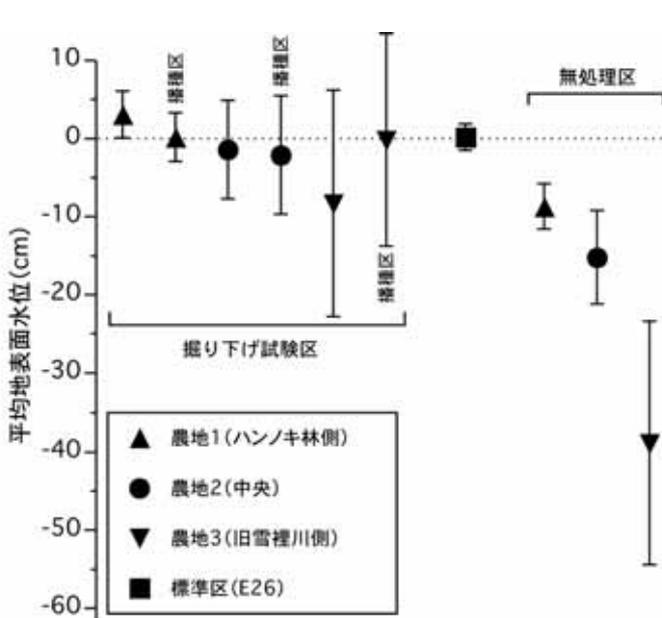


図3. 地盤掘り下げ試験による2003年度平均地表面水位の変化
 (図中の値は6月から11月までの平均値+標準偏差を表す。各掘り下げ試験区と標準区E26の計7地区の地表面水位に対し、Repeated-Measures ANOVA を行ったところF=0.84、P=0.54となり有意な差は認められなかった。)

図 1-1-3 地盤掘り下げ試験による地表面水位の変化

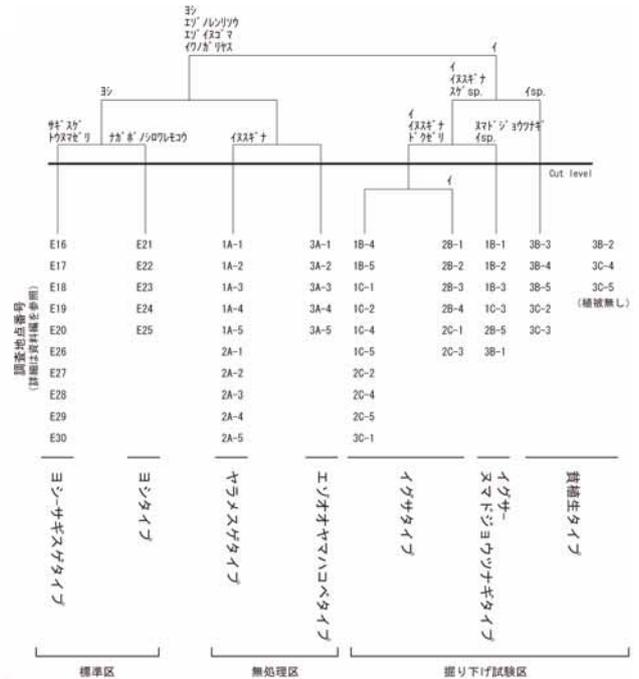


図4. 地盤掘り下げ試験区・無処理区・標準区（リファレンスサイト）の植生データによるTWINSPANデンドログラムと植生タイプ区分（デンドログラム中に記載された各種名は、各区分に強く貢献した指標種を表す。1A、2A、3A:無処理区、1B、2B、3B:掘り下げ試験区、1C、2C、3C:播種有り掘り下げ試験区、E:標準区）

図 1-1-4 地盤掘り下げ試験区・無処理区・標準区の植生データ

(2)ハンノキ林調査

ハンノキ伐採試験区

伐採によりクシノハミズゴケの伸長量は低下し、枯死する個体も多く認められた。

(図 1-1-5、図 1-1-6)

ミズゴケ類を除く下層植生の種組成や被度に対しては、伐採による大きな影響は全体的に見られなかった。

伐採後1年未満ではハンノキ伐採による土壌水、地下水の水質変化が見られなかった。

Bラインでの調査から、ハンノキ群落の土壌水・地下水における高濃度の塩類濃度は、ハンノキ群落の中央部の地下深くから供給されることがわかった。(資料 11、12)

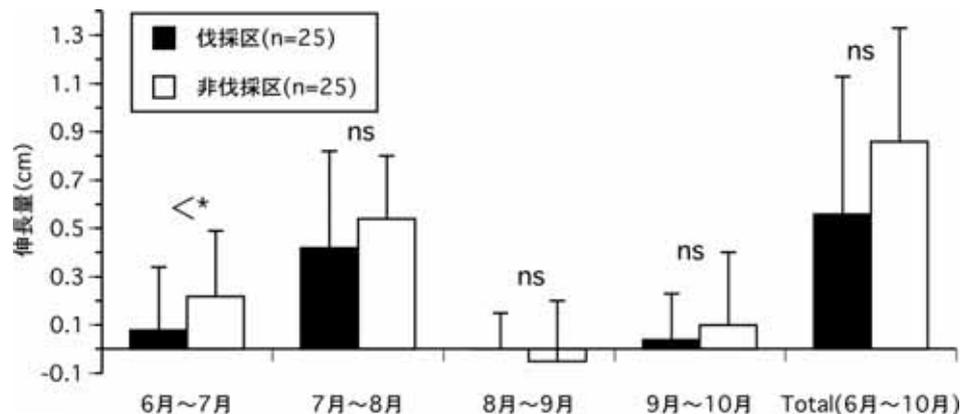


図 1-1-5 ハンノキ伐採試験区及び非伐採区におけるクシノハミズゴケの伸長量

(図中の値は平均値+標準偏差を表し、両区の比較はMann-Whitney U-testを用いた。*: $p < 0.05$)

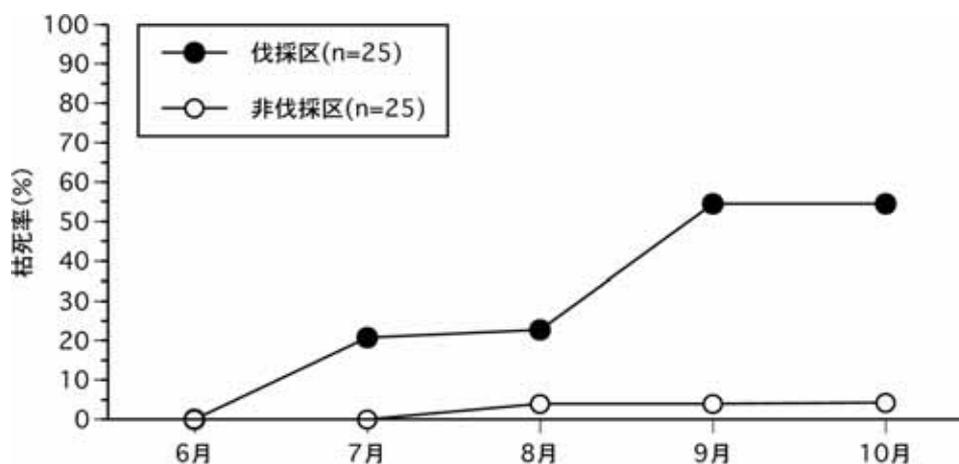


図 1-1-6 ハンノキ伐採試験区及び非伐採区におけるクシノハミズゴケの枯死率

年輪調査

ハンノキ林中心部のハンノキは、早い段階で樹高の増加が頭打ちになる傾向がある。

着果によって示される繁殖が可能となる幹高及び幹の齢は、ハンノキ林中心部のものが小さく、外側(旧農地区域側)のものが大きい傾向を示した。(資料 13)

1-1-3 今後の調査検討方針について

1)平成16年度の調査・検討(図1-1-7)

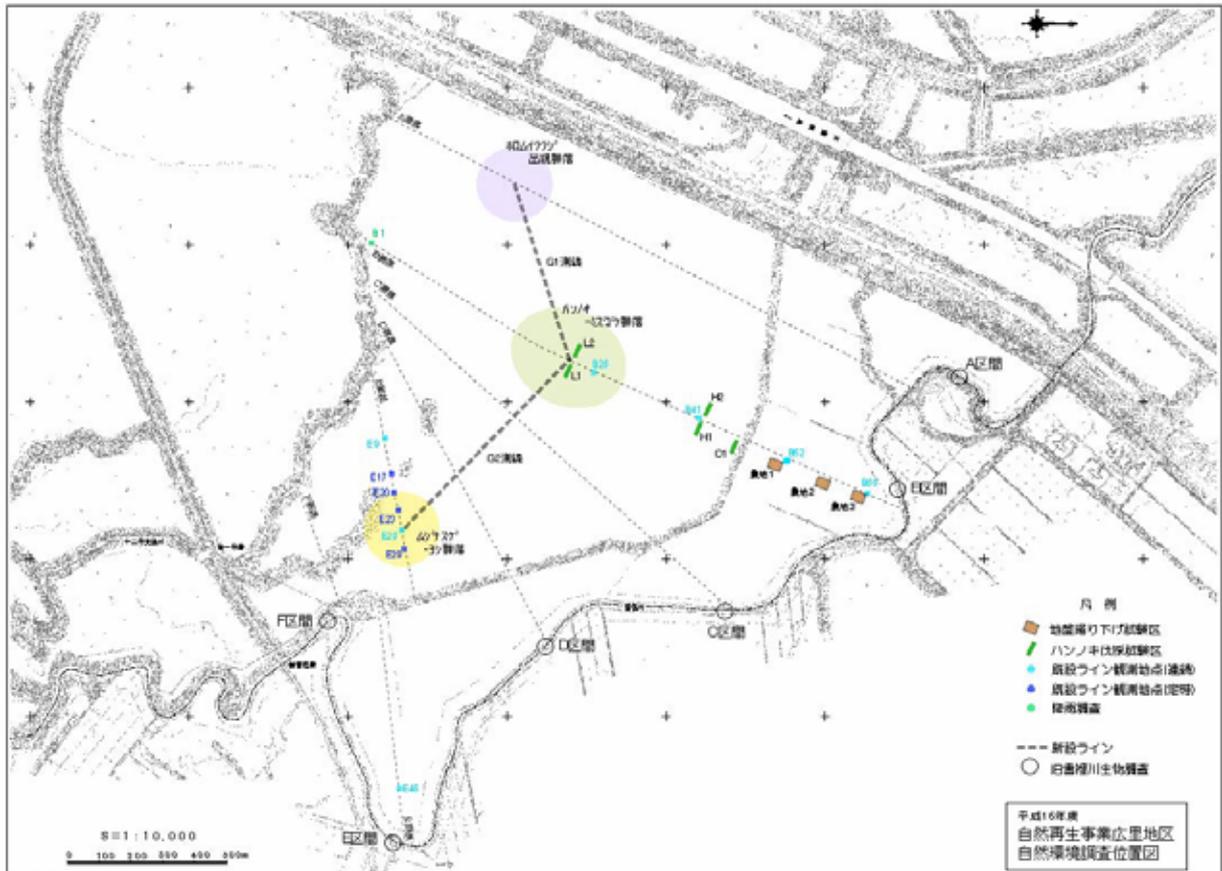


図1-1-7 平成16年度調査計画位置図

(1)地盤掘り下げ試験区

15年度の調査結果から、今後のモニタリングにおける注目点

水位変動の違いが今後の植生再生にどの程度影響するのか。水位変動を無視して植生再生は可能か、無視できないのならばどのような制御がどの程度必要となるのか。

土壌水の Ca^{2+} 、 NH_4^+ と TDN 濃度についても上述の点に注目。

ヨシ播種による植生再生効果が次年度以降どのように現れてくるのか。

掘り下げによる植生再生にはおよそどの程度の時間が必要なのか。

調査内容

- ・ 植生調査 (7-8月: 1回、無処理区を除く) ・ 水位測定 (5-11月: 毎月1回)
- ・ 自記水位測定 (5-11月) ・ 水質測定 (7月) ・ 地温

(2)ハンノキ伐採試験区

植生

15年度の調査結果から、今後のモニタリングにおける注目点

伐採を行った初年度では下層植生に大きな変化が見られなかったが、ハンノキの伐採によって、群落内の光環境は明らかに変化した。(表1-1-1)

現地に生育する植物のほとんどは多年生植物であるため（すなわち前年度に蓄えた体内貯蔵養分を利用する植物群）、そうした環境変化の影響は翌年以降徐々に現れることが予想される。従って、現在下層植生の代表的な種であるヨシやムジナスゲの生育量変化や全体的な種組成変化について、今後数年間にわたり追跡することで伐採による影響を評価する必要がある。

表 1-1-1 ハンノキ高木林及び低木林でのハンノキ伐採試験区と非伐採区における地表面上の相対照度（％）の比較。***: $p < 0.001$ (t-test)

	観測位置	観測日	非伐採区				伐採区			
高木林	地表面	9月18日	9.1	±	2.8	<***	26.3	±	4.9	
低木林	地表面	9月18日	12.8	±	4.2	<***	36.1	±	9.3	

調査内容

- ・植生調査（7-8月：1回、非伐採区を除く。）
- ・ムジナスゲ及びヨシ刈り取り（11月：1回）

水質

平成15年度の調査結果から、今後のモニタリングにおける注目点

ハンノキ伐採による、水質の変化は根系を含む土壌中に存在する有機物の分解がある程度以上進行してから発現するものと思われる。通常、樹木の伐採から微気象の変化・有機物の分解を経て、水質変化に至るまで、半年近くかかる。

湿原のような還元的な環境では有機物の分解速度は非常に遅いため、伐採による水質変化は非常に起こりにくいことが予想されるが、次の事項により今後水質変化が生じる可能性もある。

- ・ハンノキは根系において空中窒素固定を行い、他の樹種とは窒素循環に果たす役割が大きく異なる。
- ・ハンノキの根株が存在するマウンドはそれほど還元的な条件ではない。

土壌水質は、植生の生育にとって非常に重要な環境因子であるため、植生の変化を追跡するにあたり、同時に土壌水質の変化も追跡する必要がある。

調査内容

- ・土壌水質・地下水質の深度別調査（7月，11月）
- ・地下水位の深度別調査（7月，11月） ・萌芽の除去（7月）
- ・降水の水質調査（通年，適宜） ・植生調査 ・各種自記計

(3)ハンノキ増加原因究明に関する調査（新規調査ラインの設置）

現在の調査ラインはハンノキ林から旧農地区域へ向かうものしかないため、ハンノキ林から湿原草本優占群落へ自然に移行する部分を捉えたラインを追加する。

< 広里ライン追加提案の背景 >

農地攪乱のない草本湿原植生（Eライン湿原部定点）とハンノキ林定点における水文化学環境の比較をしたところ、ハンノキ林では大きな増水が無く冠水期間がより短いことが明らかとなった。

ハンノキ増加は水位環境変化によってもたらされたのではないかと、という解釈も可能ではあるが、実際に計測された水位は、一般の健全な草本優占湿原で普通に認められる水位であり、ハンノキ急増原因の本質を突いた解釈なのかは議論の余地がある。

Eライン湿原区域部分とハンノキ林では共に異常に高い土壌水塩類濃度（pHも高い）が確認されている。そのような高い値は、健全な湿原ではほとんど報告がない。

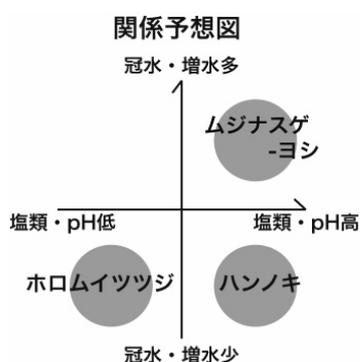
広里地区の湿原区域内では、塩類濃度の薄い環境-植生群落を捉えた定点がほとんど無いため（すなわち比較対象がない）、ハンノキ林やEライン湿原区域部分でみられたような高濃度塩類環境が広里の植生分布に与えている影響について検証できていない。

新規調査ライン設定により、塩類環境・水位環境の両方の幅広い変異を捉え、なおかつハンノキ群落から湿原草本優占群落へ自然に移行する部分カバーすることで、塩類濃度・水位の違いと植生分布にどのような関係があるのかを連続的に（傾度で）把握することを目的とする。

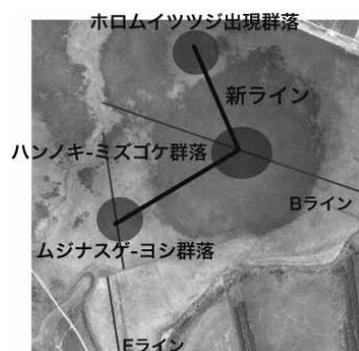
< 予 想 >

ホロムイツツジが生育するような高層湿原植生要素の濃い場所（図1-1-8）では、塩類濃度・pHともに低いと思われる。そして同時に、ほとんど冠水・増水の無い安定した地表面付近の水位（ハンノキ林中央部のような）がみられると予想される。

従って、ホロムイツツジ出現群落-ハンノキ群落-ヨシ・ムジナスゲ群落を貫くラインを調査することで、水位環境と塩類環境の二元的構図から群落分布をより上手く説明できる可能性がある。（図1-1-9）



(図1-1-8)



(図1-1-9)

調査内容

- ・追加定点約40
 - ・植生調査（7-8月：1回）
 - ・水位測定（5-11月：毎月1回）
 - ・自記水位測定（4箇所設置、5-11月）
 - ・水質測定（7・11月：2回）
 - ・深度別の水質調査
- 採水地点数：5地点
採水深度：50 cm , 100 cm , 150 cm 採水頻度：7月 , 11月

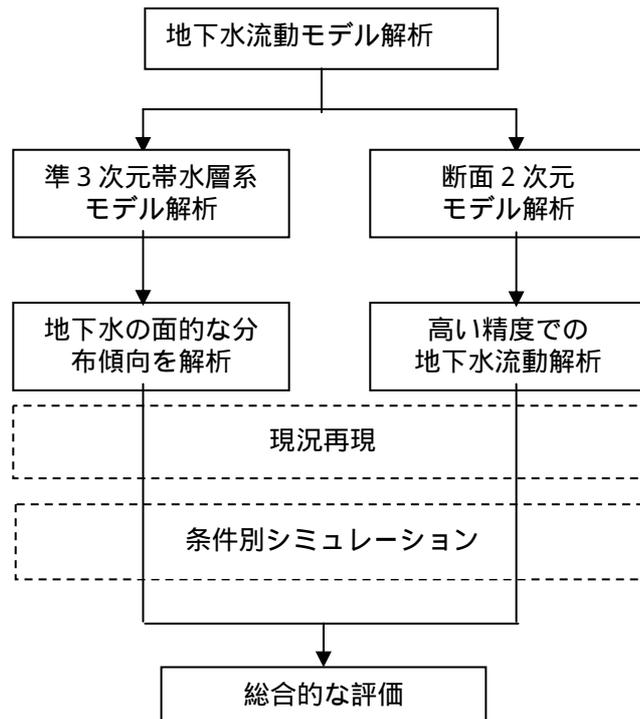


図 1-1-11 解析の大まかな流れ

解析対象範囲

解析対象範囲は図 1-1-12 のとおりである。

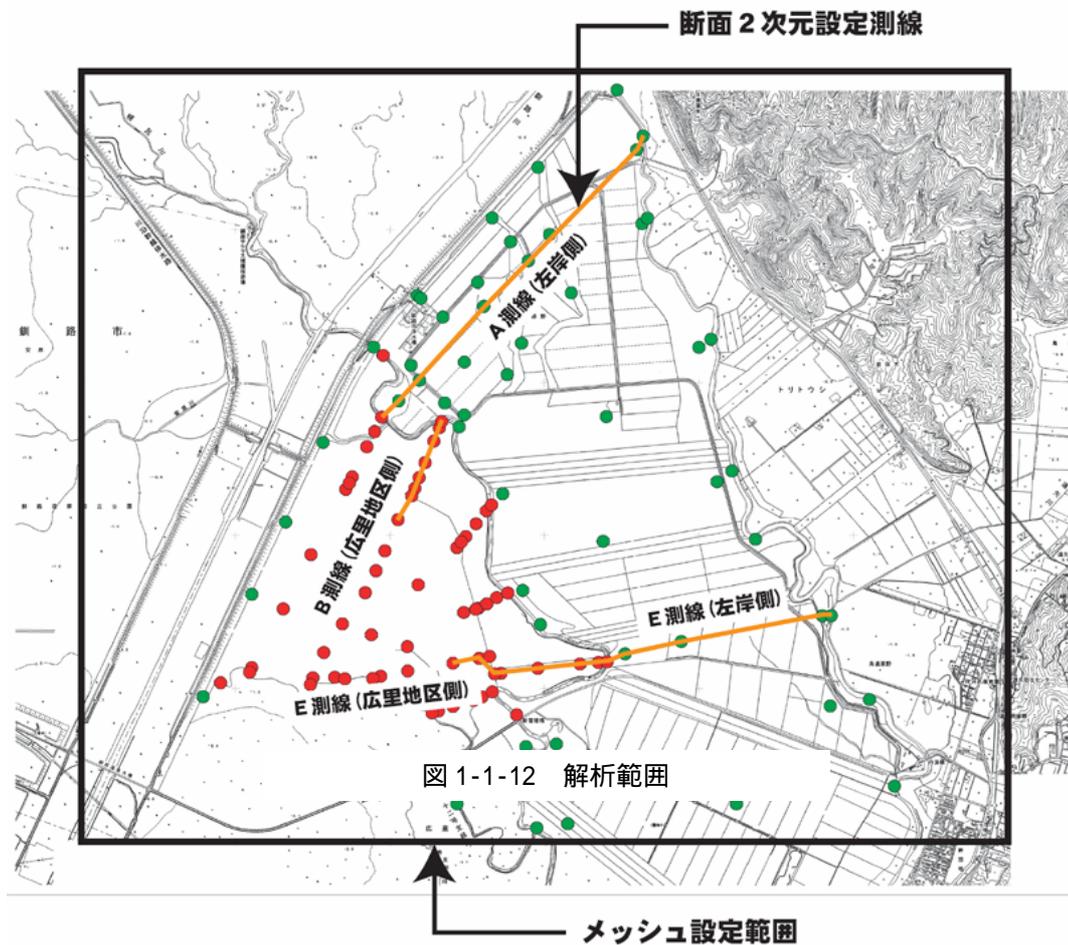


図 1-1-12 解析範囲

(3)シミュレーション検討ケース

解析の方針

今回の解析では堰上げによる旧雪裡川の水位を上昇させた場合の地下水に与える影響をシミュレーションした。

堰上げの設定

位置

堰上げは、以下の考えで3箇所を設定する。

- (1) 広里地区下流部：旧農地区域の最下流部
- (2) 広里地区上流部：B測線（再生試験区実施測線）直下
- (3) 上記2箇所の中間部

高さ

堰上げ高は、現水位（測量水位）から0.5m程度の高さが確保されるよう設定する。各堰上げ高と位置は（表1-1-2）のとおりである。

表1-1-2 設定堰上げ位置と高さ

	地点名	河川 SP	現水位	河床高	水深	堰高
ケース1	旧農地区域の最下流部	SP100	0.01	-1.03	1.04	1.5
ケース2	中間部	SP2600	0.11	-1.06	1.17	2.0
ケース3	上流部（B測線直下）	SP3200	0.10	-1.57	1.67	2.5

1：高さの単位は（m）

2：河川 SP は河川測量によって設定した

(4)シミュレーションの結果

ケース1（資料14、16）

E測線（広里地区内）

旧農地区域では、堰上げに伴って標高のやや低いE38～42の地域で地下水位が地盤高と同程度となることが予測される。

標準区（ファレンスサイト）では地表面水がほぼ安定的に観察されていることから、地下水環境という点では標準区と同じレベルになると考えられる。一方、旧雪裡川に近い地域では地下水の上昇が予測されるものの、自然堤防跡と考えられる地形のために大幅な改善とはならないと考えられる。

E測線（旧雪裡川左岸側）

旧雪裡川に沿った地域で現況に比較して地下水位が上昇することが予測される。釧路川に沿った地域での地下水位上昇は顕著ではない。

A測線（トリトウシ原野側）及びB測線（広里地区内）

旧雪裡川のA測線位置とB測線位置は、堰上げによる影響が小さいと予想されるため、地下水環境は現況と比較して変化がないと設定する。

ケース2（図1-1-13、14、15） ケース3（資料15、17）

ケース2と3では、旧雪裡川のA測線位置とB測線位置における水位上昇がほぼ同程度と予測され、解析の結果もほぼ同様であった。

B測線（広里地区内）

堰上げに伴って測点 B45～49 の地域で地下水位が地盤高と同程度となることが予測される。また、測点 B50～66 の地域では地下水深が 0～-20cm 程度に改善されることが予測される。

A 測線（トリトウシ原野側）

堰上げに伴って、旧雪裡川に近い地域の農地では、20～30cm 程度の地下水上昇が予測される。また、測点 T19 前後では地下水位が地盤高を上回り、浅い水面が出現することが予想される。

E 測線

旧雪裡川の E 測線位置は、堰上げの影響が小さいと予想されるため、地下水環境は現況と比較して変化がないと想定する。

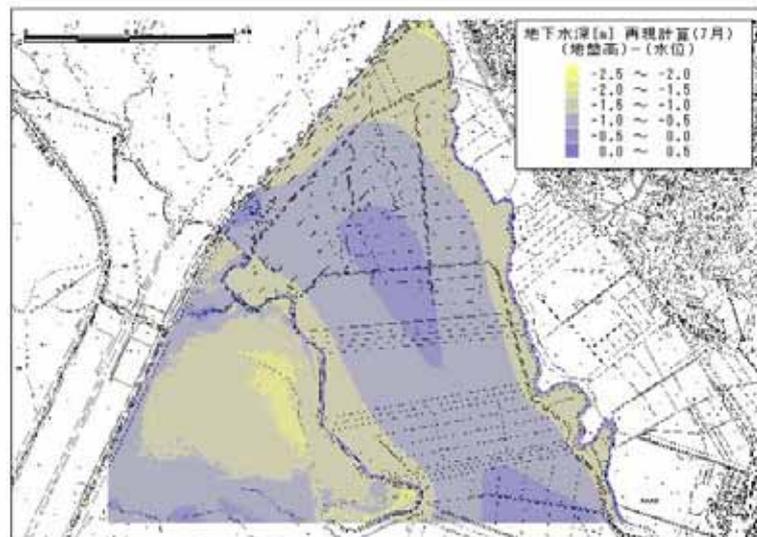


図 1-1-13 準3次元モデル解析（再現計算(7月)）

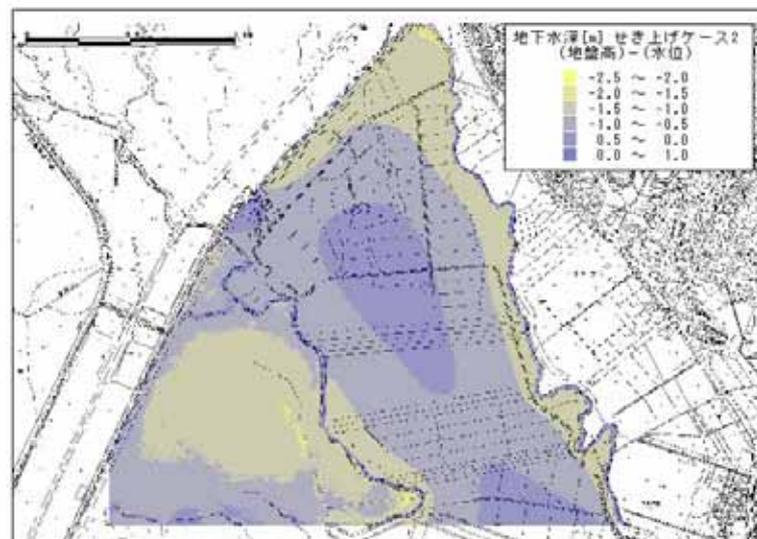


図 1-1-14 準3次元モデル解析（堰上げケース2）

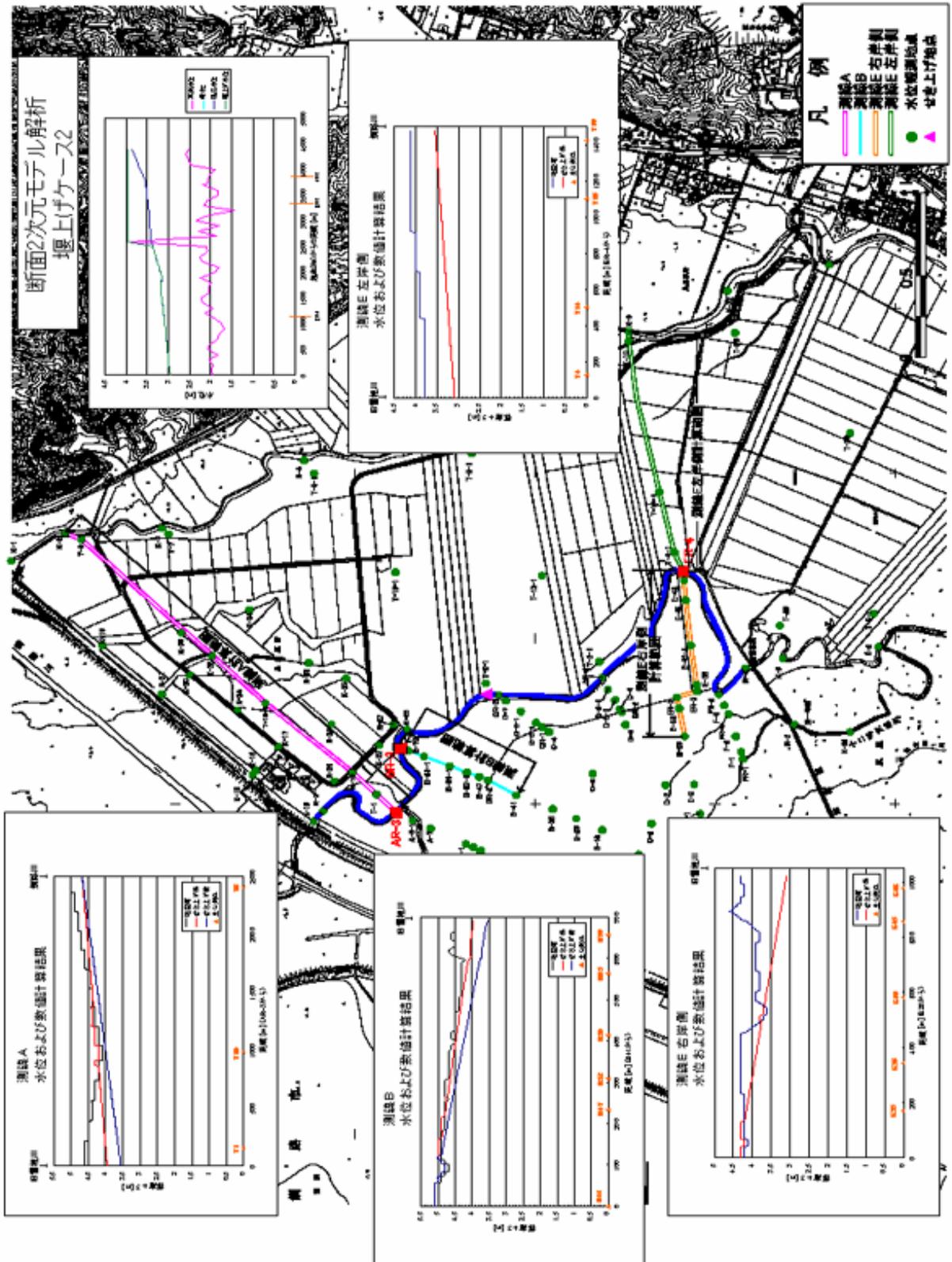


図 1-1-15 断面 2 次元モデル解析 堰上げケース 2