

専門部会における委員意見に対する回答

令和2年5月

株式会社兵庫環境

目次

重要種の保全措置	1
1 保全措置の検討	1
2 保全措置計画	7
2-1 オオシロガヤツリ, ヤナギヌカボの移植	7
2-2 ハリマママシグサの移植	9
2-3 ニホンアカガエルの産卵場所, コオイムシ, ヒメゲンゴロウの生息場所の創出	20
事後調査の計画概要	30

資料

保全生態学研究 9:173-182 (2004), 丸井ら, 絶滅危惧種ハリマママシグサ(*Arisaema minus*(Serizawa)J.Murata)の保全対策としての移植事業Ⅰ-生育環境と移植条件-

保全生態学研究 9:183-192(2004), 山崎ら, 絶滅危惧種ハリマママシグサ(*Arisaema minus*(Serizawa)J.Murata)の保全対策としての移植事業Ⅱ-モニタリングと管理-

重要種の保全措置

1 保全措置の検討

事前配慮段階でおこなった現地調査で確認した重要な植物は4種、動物は9種であった(図1 重要種確認位置図参照)。そのうち水辺に依存する種は、植物2種、動物6種であり、事業予定地の水辺に重要な生物が集中している状況がうかがえる。

保全措置の第一段階として、重要な動植物の生息・生育する環境を改変区域から外し、現況を保存する回避・縮小措置について検討した。オオシロガヤツリ、ヤナギヌカボ、コチドリ、コオイムシ、ヒメゲンゴロウは、1期工事を中断した時点で生じた造成面、水たまりで確認している。この環境を保存するためには、2期工事を中止する措置が必要になる。

ハリマムシグサは1期工事の非改変区域、かつ2期工事の改変区域に生育している。ハリマムシグサの生育環境を守るためには、ハリマムシグサ確認地点から樹高分(20m程度)の森林を含めた谷部全体を保存する措置が必要になる。

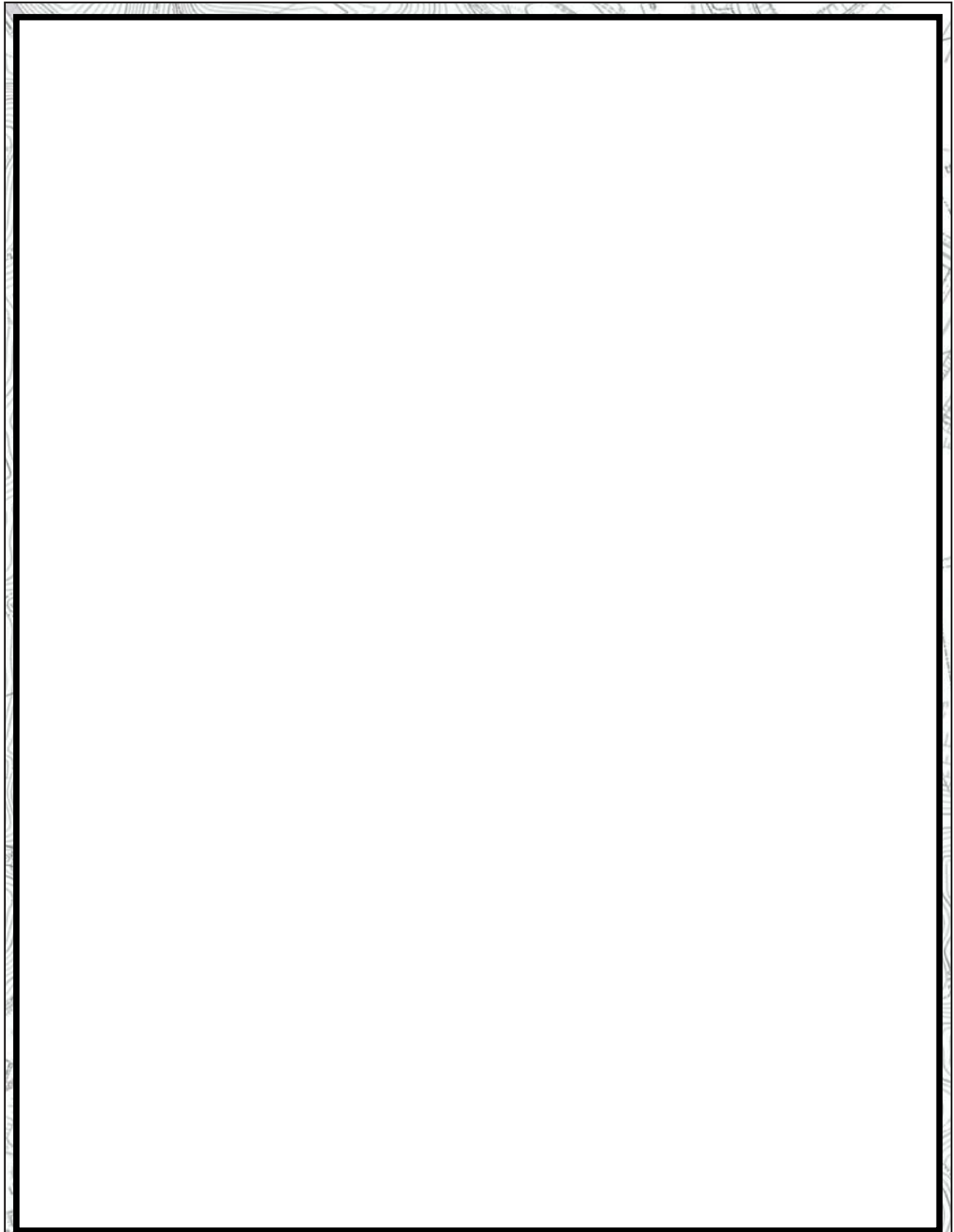
計画案でこの措置をとった場合(図2 保全措置案参照)、事業の根底となる搬入土量が約10万m³減少し、事業計画に経済的な支障が生じる。

また事業区域の全体盛土上方に人工の谷地形を形成することになり(図3 造成計画横断面図参照)、人工法面と地山が接する箇所、枯葉などの堆積による水路閉塞、異常降雨時の出水による法面崩壊、地下排水施設への局所的な負担などが生じる。以上より、盛土上方に谷を形成する造成手法は、下方盛土に悪影響を与え、防災の観点から好ましくない。

改変区域を広げることで事業計画に見合う搬入土量を確保する案を検討した(図4 盛土検討案参照)。

全体で300m程度におよぶ人工の谷が地山と造成地の間に形成され、雨水が集中し、既設排水施設の排水能力を超過する。新設する排水施設は枯葉の堆積などにより閉塞しやすく、水の氾濫による法面の浸食と崩壊の要因となり、防災面で危険性を回避できない計画となるため、断念せざるを得なかった。

以上の検討より、事業を成立させるためには回避措置は困難であると判断し、やむを得なく代償措置を計画した。



() 内は確認した個体数



S=1:4,000



図1 重要種確認位置図

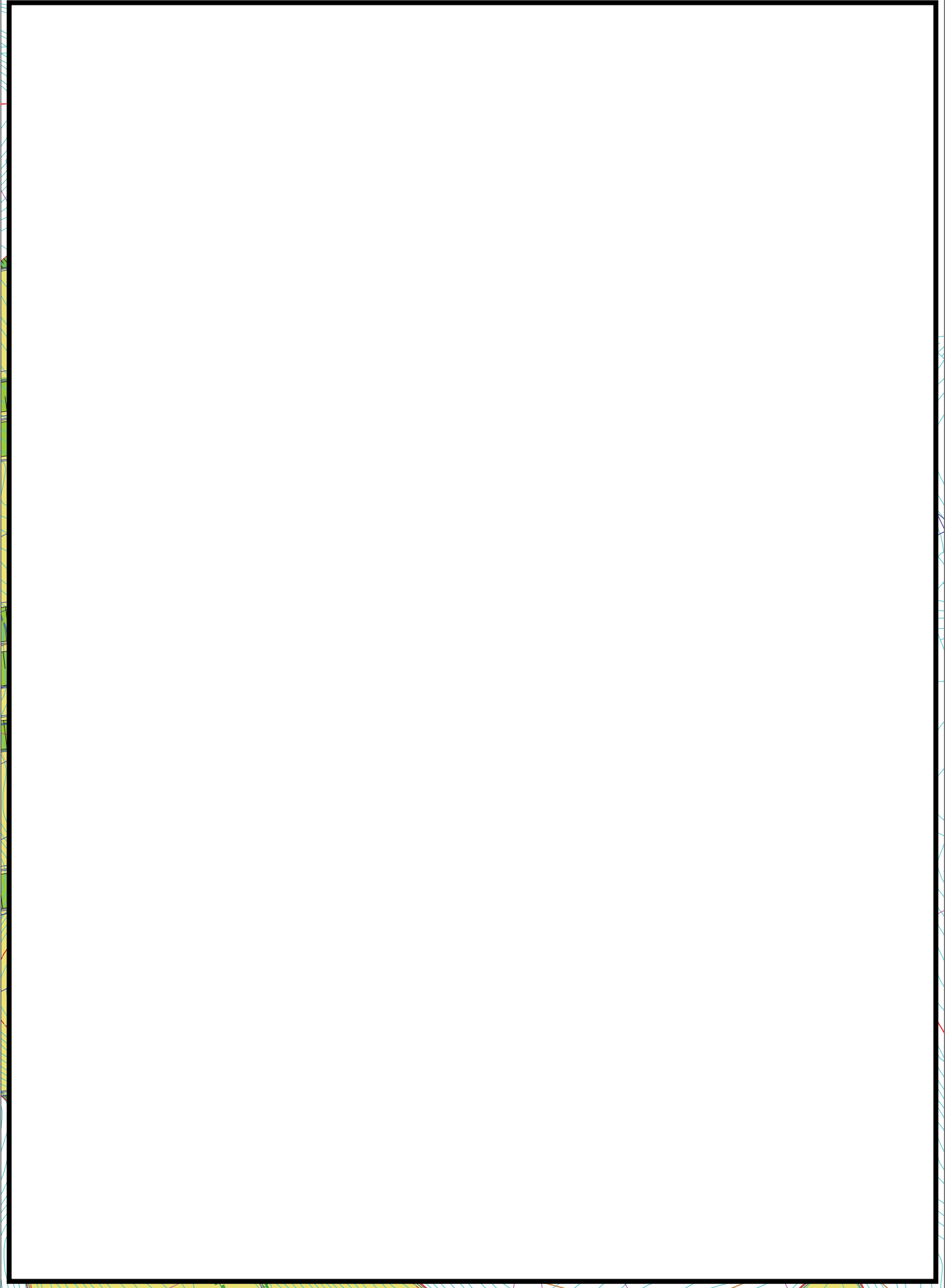


図3 造成計画横断面図

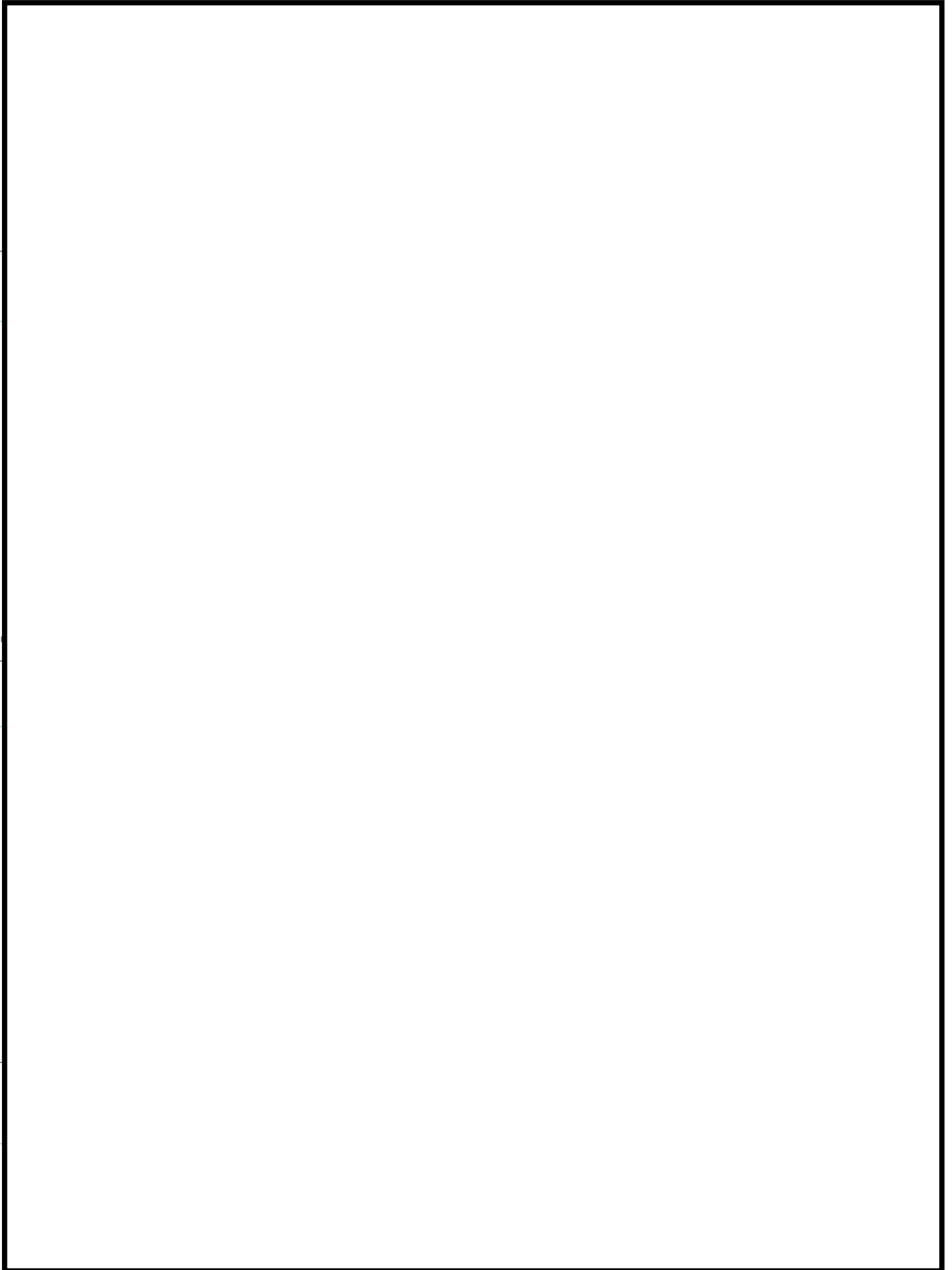
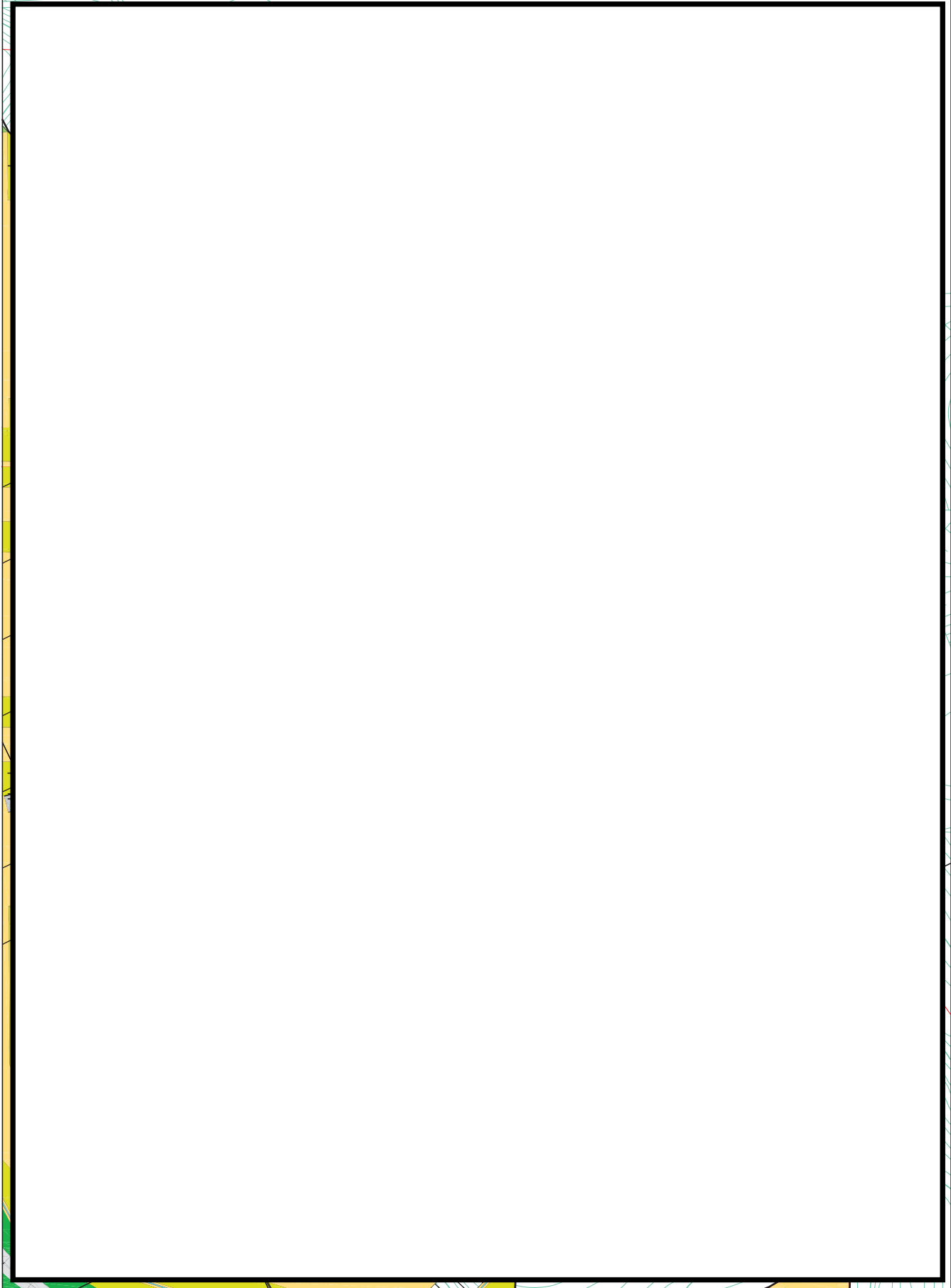


図4 盛土検討案



2 保全措置計画

2-1 オオシロガヤツリ,ヤナギヌカボの移植

オオシロガヤツリとヤナギヌカボは水辺に生育する一年草である。確認した場所は埋立地の造成地盤で、砂礫と泥が混じる湿地であった。埋土種子から発芽したものと考えられる。調査時期は9月である。

■確認状況

オオシロガヤツリ

カヤツリグサ科の一年草で、日当たりの良い池の水際などに生える。事業予定地では、埋め立てられた [] の湿地に1個体が生育していた。



オオシロガヤツリ生育確認場所

ヤナギヌカボ

タデ科の一年草で、水湿地に生える。事業予定地では埋め立てられた [] の湿地に3個体が生育していた。



ヤナギヌカボ生育確認場所

■移植計画

地中の水分が豊富な水際が移植適地であり、日照条件に恵まれた [] に移植を計画する(P19, 図11 植物保全措置図参照)。

○移植手法

- ・地上部がみられる夏季に移植する
- ・移植個体の根を傷めないよう、周辺土壌ごと掘り取り、新聞紙などに包んで運搬し、移植地に分散させて植え付ける。

2-2 ハリマママシグサの移植

■植物の解説

サトイモ科の多年草で、兵庫県の中南部にだけ分布する固有種である。既存文献によると、水分条件のよい谷地形のやや明るい樹林に生育するとされ、事業予定地においても上記の条件を満たす谷で生育していた。本種の生育環境・繁殖生態情報について、文献¹をもとに整理する。

- ・事例における自生地の平均相対照度は 2.1～13.3%であり、樹冠が閉鎖する前の春季まで相対照度が高い
- ・一般的にテンナンショウ属は直射日光のような強い光によって光合成が阻害される
- ・乾きにくい砂質土壌を好む
- ・本来は落葉広葉樹林の林床が生育環境である
- ・開花期が4月、結実期が7～9月である
- ・一般的にテンナンショウ属の種子は鳥散布される
- ・昆虫を媒介して受粉をおこなう(事例ではキノコバエの仲間が訪花昆虫であった)
- ・球茎に子球を形成し、栄養繁殖する
- ・一般的にテンナンショウ属は個体の成長にともなって性表現が無性、雄性、雌性へと変化する

■確認状況

事業予定地のやや明るく湿った谷沿いの林床にて 21 個体を確認した。また [] で 1 個体確認した。ほかに事業予定地から [] で 200 個体以上が確認されている。

調査時期 9 月は開花時期でなかったため正確な同定が困難であるが、事業予定地周辺が分布域であり、ハリマママシグサである可能性が極めて高い。

なお花期でないと正確な同定が困難であるため、花期である 4 月に、本種を確認する。



生育確認場所

■移植の概要

ハリマママシグサの移植にあたり、文献の著者の一人である丸井氏の協力を得て、移植地調査を実施し、生育に適した移植地を選定・創出し、移植を実施する。

¹ 保全生態学研究 9:173-182 (2004), 丸井ら, 絶滅危惧種ハリマママシグサ(*Arisaema minus*(Serizawa)J.Murata)の保全対策としての移植事業 I -生育環境と移植条件-
保全生態学研究 9:183-192(2004), 山崎ら, 絶滅危惧種ハリマママシグサ(*Arisaema minus*(Serizawa)J.Murata)の保全対策としての移植事業 II -モニタリングと管理-

○移植地の選定

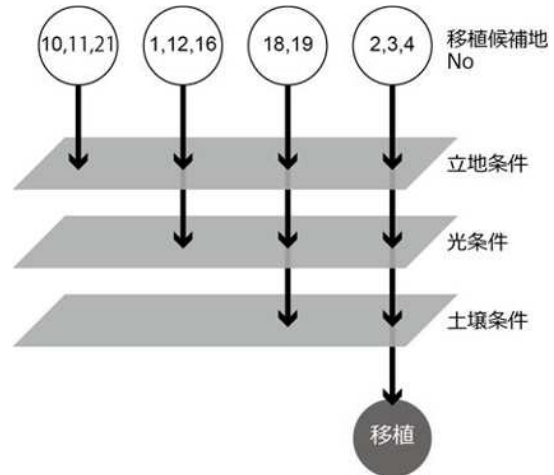
以下の調査を実施し、すべての条件が自生地と類似した環境を移植地に選定する。

- ・立地条件の確認(生育条件を満足するか目視で確認する)
- ・光条件の把握(照度調査)
- ・土壌条件の把握(土壌分析)

なお一時的な移植地とする圃場を創出するための適地を選定する。圃場は非改変区域にあって、安定した水の供給がある湧水周辺の立地から選定する。光条件は寒冷紗などによって適度に調整し、土壌条件は自生地周辺の土壌を使用することで、自生地と同等の生育環境を整える。

表 4 調査スケジュール

項目	2020年			
	3	4	5	6
自生地調査	■	■		■
移植地踏査	■			
照度調査	■	■		■
土壌調査	■			



○移植リスクの分散

移植個体を何らかの原因で消失させてしまう危険を分散するため、以下の手法をとる。

- ・移植地を複数に分散させる
- ・移植時期を複数回に分散させる
- ・事業実施に伴って、移植完了までにハリマムシグサ自生地の生育環境が損なわれる場合に備え、一時的に生育可能な圃場を設ける

■移植地調査

○立地条件

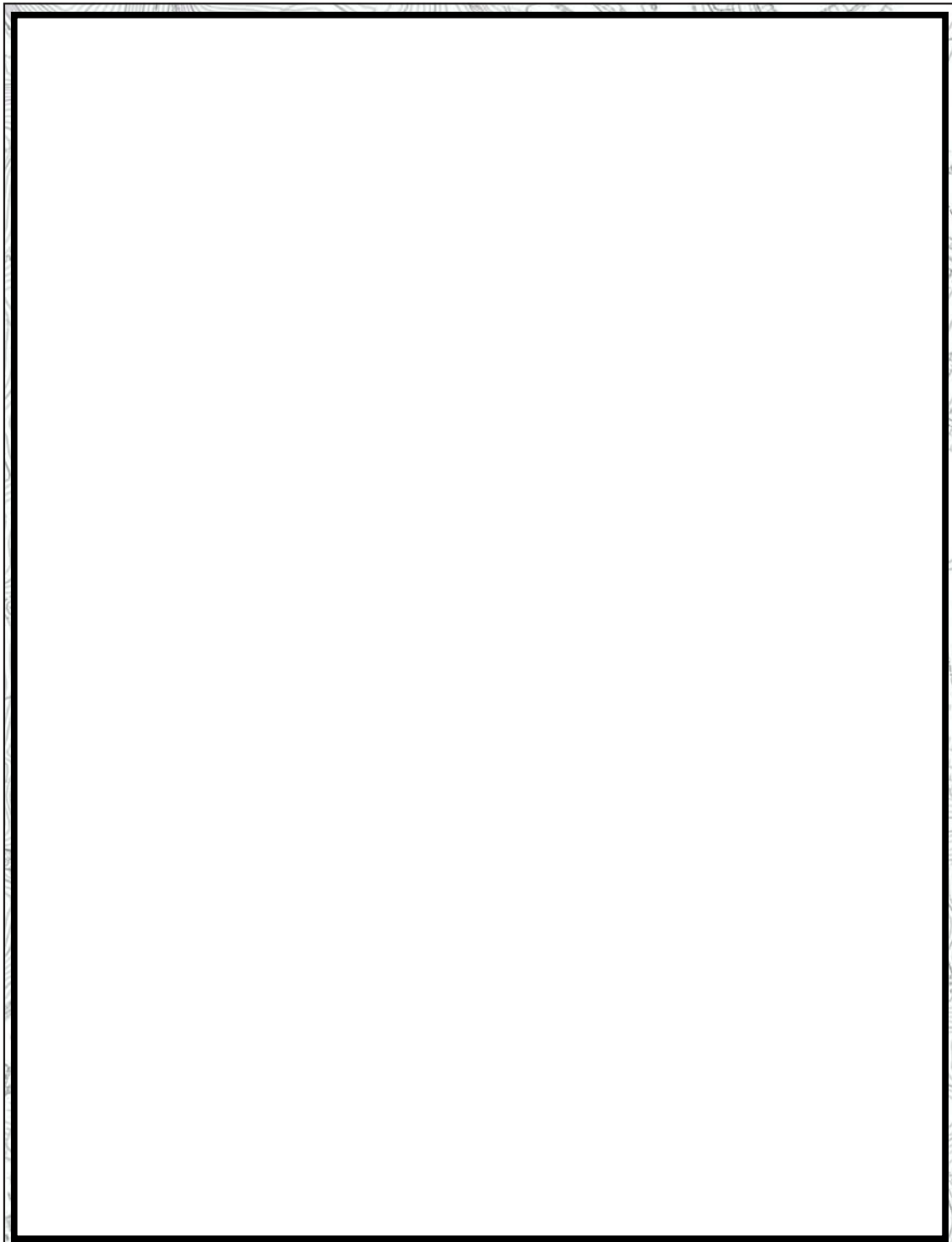
事業予定地の で、生育条件に係る以下の事項に着目して現地を踏査し、移植候補地を抽出した。

- ・すり鉢状の水が集まりやすい谷底地形であるか
- ・林冠が常緑樹など高木で閉鎖されておらず、林床に光が届いているか
- ・移植したハリマムシグサが繁殖し分布を広げるのに十分な面積があるか

ハリマムシグサが自生する谷の上流側と下流側の 2 地点を No.14,15 に選定した。 全体を踏査した結果、移植候補地として No.1,2,3,4,10,11,12,16,18,19,21 の 11 地点を抽出した。なお圃場適地として No.6 を選定した。自生地および移植候補地を図 7 照度調査地点図に示す。

No.10,11,21 は崩壊地跡の集水地形であるが、規模が小さく個体群の生育面積が不十分であったため、不適と判断した。その結果、No.1,2,3,4,12,16,18,19,21 の 8 地点を移植候補地に選定した。

移植の成否を決定づけると考えられる光条件と土壌条件について、さらに詳細な調査をおこなった。



凡 例

- ◎ 自生地
- 移植候補地
- 相对地点
- - - 改变区域

No.8,9 : 欠番



図 7 照度調査地点



No.1 林床



No.1 全天



No.2 林床



No.2 全天



No.3 林床



No.3 全天



No.4 林床



No.4 全天



No.6(圃場)



No.6(圃場) 全天



No.12 林床



No.12 全天



No.14(自生地) 林床



No.14(自生地) 全天



No.15(自生地) 林床



No.15(自生地) 全天



No.16 林床



No.16 全天



No.18 林床



No.18 全天



No.19 林床



No.19 全天

○光条件

調査期間はハリマムシグサが出芽する春から始め、樹冠が閉鎖する夏までの3回、自生地と移植候補地を対象に、照度調査をおこなう。植物の光合成に有効な波長を対象とする照度計を用い、安定した拡散光が得られる曇天の同時時間帯に照度調査地点および林外の相対地点の照度を計測した。相対照度は以下の計算式で算出した。

$$\text{相対照度} = \text{照度調査地点の照度} / \text{相対地点の照度} \times 100(\%)$$

自生地 No.14,15 および移植候補地 No.1,2,3,4,12,16,18,19 の8地点、圃場 No.6 を対象に、1回目照度調査を3月14日におこなった。調査日の天候は雨のち曇りで、調査時間帯は9:30～14:30であった。調査結果を下表に示す。自生地の照度 18.0～19.1%と同程度の照度がある移植候補地は No.2,3,4,18,19 の5地点である。

1回目照度調査は、移植候補地である落葉広葉樹林の落葉時期にあたり、年間で最も林内が明るい時期である。ハリマムシグサの生育期である春から夏の光条件の傾向を把握するため、落葉樹が展葉する4,6月に照度調査をおこない、移植地に適しているか確認する。4,6月の自生地と移植候補地の相対照度が著しく異なる場合は、伐採などにより、光条件を調整し、生育環境を整える。圃場 No.6 は寒冷紗などで遮光し、適量の光条件を整える。

表 5 照度調査

地点No (相対)	光量子密度 μmol	相対照度 %	移植 候補地
No.1	541.5	9.9	
No.2	513.6	21.5	○
No.3	513.6	20.5	○
No.4	513.6	19.4	○
No.6	403.3	88.7	圃場
No.12	306.6	7.2	
No.14	284.2	18.0	自生地
No.15	284.2	19.1	自生地
No.16	494.4	7.3	
No.18	547.6	16.9	○
No.19	547.6	15.1	○

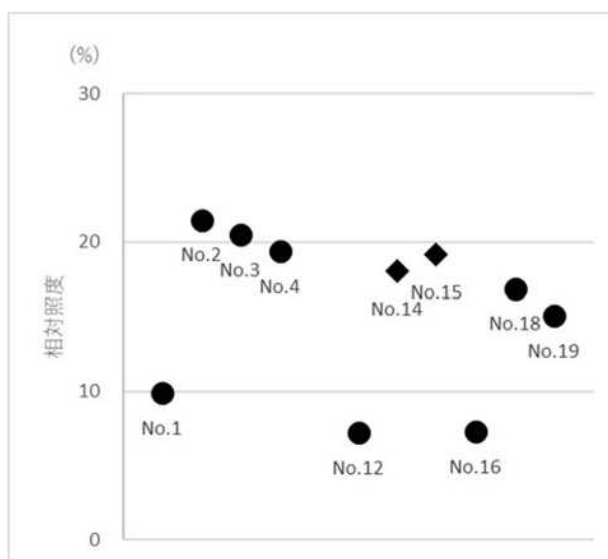


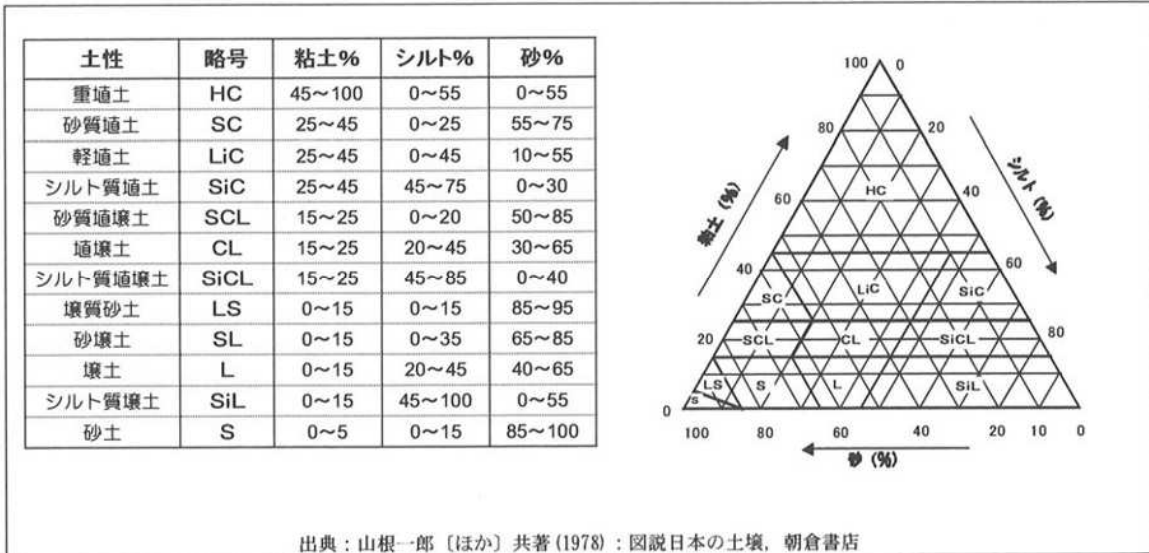
図 8 相対照度

○土壤条件

照度調査の結果より、光条件を満足する No.2,3,4,18,19 の移植候補地および自生地 No.14,15 において、根茎が伸長する表土部分を採取し、土性(粒径組成)と保水性(有効水分保持量)を分析した。

土性(粒径組成)

土の分類は、細土(2mm 以下の土壌)に含まれる粒子の大きさ別に 3 種(粘土、シルト、砂)に区分し、その重量割合(粒径組成)を求める。



国際土壌学会法による土性区分²

分析結果を以下に示す。

表 6 土性分析

調査地点	粒径組成(mm)				移植候補地
	粗砂 2~0.2	細砂 0.2~0.02	シルト 0.02~0.002	粘土 0.002以下	
No.2	24.8	20.2	26.7	28.3	○
No.3	24.6	18.1	26.6	30.7	○
No.4	27.2	19.4	26.9	26.5	○
No.14	22.7	21.4	27.7	28.2	自生地
No.15	30.3	21.0	22.1	26.6	自生地
No.18	37.0	26.0	17.1	19.9	
No.19	45.7	22.8	14.9	16.6	

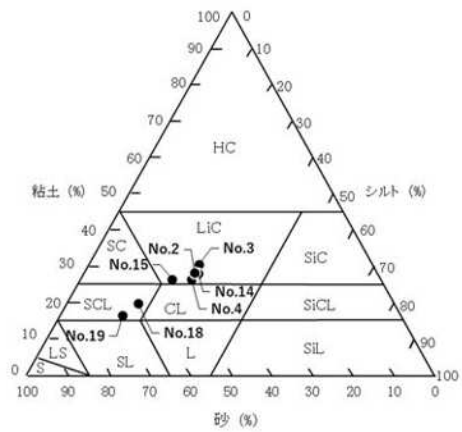


図 9 土性区分

結果より、自生地 No.14,15 と移植候補地 No.2,3,4 は土性が軽埴土(LiC)、No.18,19 は砂質埴壤土(SCL)と、異なる土性に区分された。自生地と同じやや粘質土傾向の土性をもつ移植候補地は No.2,3,4 である。

² 2010,財団法人日本緑化センター,国土交通省監修,植栽基盤整備マニュアル

保水性

土壌の保水性は、植物が利用できる土壌中の水分量を示す「有効水分量」によって判定する。土壌に吸着する水の吸着度合は実用的にpFであらわす。pFは0(土が完全に水で飽和された状態)～7(絶乾状態)の範囲となり、通常 pF1.8～pF4.2 の水分量の差を全有効水分³(L/m³)、pF1.8～pF3.0 の水分量の差を生長有効水⁴(L/m³)と呼ぶ。分析結果を以下に示す。

表 7 保水性分析

調査 地点	体積含水率(vol%)			有効水分(L/m ³)		締固時水分 g/kg	移植 候補地
	pF1.8	pF3.0	pH4.2	pF1.8～3.0	pH1.8～4.2		
No.2	61.3	56.7	46.3	46	150	330	○
No.3	54.4	50.3	38.0	41	164	300	○
No.4	51.7	47.4	35.6	43	161	283	○
No.14	54.2	49.9	38.2	43	160	295	自生地
No.15	51.8	47.7	35.4	41	164	284	自生地
No.18	38.1	33.1	22.3	50	158	194	
No.19	37.7	33.1	21.6	46	161	201	

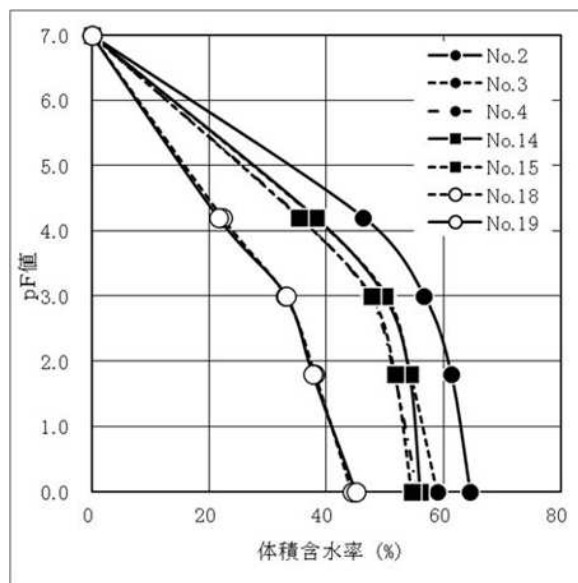


図 10 体積含水率 pF 曲線

結果より、生長有効水に大きな差異は認められないが、pF1.8 で No.2,3,4,14,15 は 50～60%、18,19 が 40%程度、pF3.0 で No.2,3,4,14,15 が 50%程度、18,19 が 30%程度で差異が認められる。締固時水分⁵は No.2,3,4,14,15 が 300kg/m³ 程度に対し、No.18,19 は 200kg/m³ 程度であり、自生地と同じ保水特性をもつ移植候補地は No.2,3,4 である。

土壌条件からみた適性

土性と保水性の結果より、粒径が細かい土壌はより土壌中に水分が残りやすい傾向がある。自生地と土壌の特性が類似している移植候補地は No.2,3,4 である。

³ 植物が吸収可能な土壌水分

⁴ 特に植物が容易に吸収できる水分

⁵ 締固時の水分量(含水率)

■移植計画

○移植候補地の選定

調査により移植候補地から移植地を選定した。

- 1 立地条件による抽出(No.1,2,3,4,6,16,18,19)
- 2 光条件による選定(No.2,3,4,18,19)
- 3 土壌条件による選定(No.2,3,4)

移植地を図 11 植物保全措置図に示す。

○移植リスクの分散

- ・自生地と類似した生育条件を満たす No.2,3,4 の 3ヶ所に分散させて移植する。
- ・移植は 2 回に分けておこない、約半数を自生地から移植地に分散させて移植、その生育状況を観察し、移植個体が良好に生育する移植地に、自生地に残る半数を移植する。1 回目移植の翌年 2021 年春に移植地で出芽がみられなかった場合は、移植のダメージで出芽が遅れている可能性を考慮し、2 回目の移植を 2022 年に延期する。
- ・事業工程の後期に、自生地周辺の改変が予定されているが、進捗が早まる場合は、改変前年に圃場に避難させる措置をとる。その際は No.6 を一時的な移植地として圃場的に管理する。

○移植手法

- ・生育状況の調査は花期の 4 月と無性個体の出芽が終わった 6 月におこなう
- ・移植個体を追跡できるよう、すべての個体をマーキング、ナンバリングする
- ・移植時期は、光合成産物を球茎に蓄積し、地上部が枯れる 9 月以降とする
- ・移植個体の根を傷めないよう、周辺土壌ごと掘り取り、乾燥を防ぐように新聞紙などで包んだ状態で運搬し、移植候補地に分散させて植え付ける
- ・移植個体が種子繁殖するよう 1ヶ所当たりの移植個体数を 4~5 株以上とする

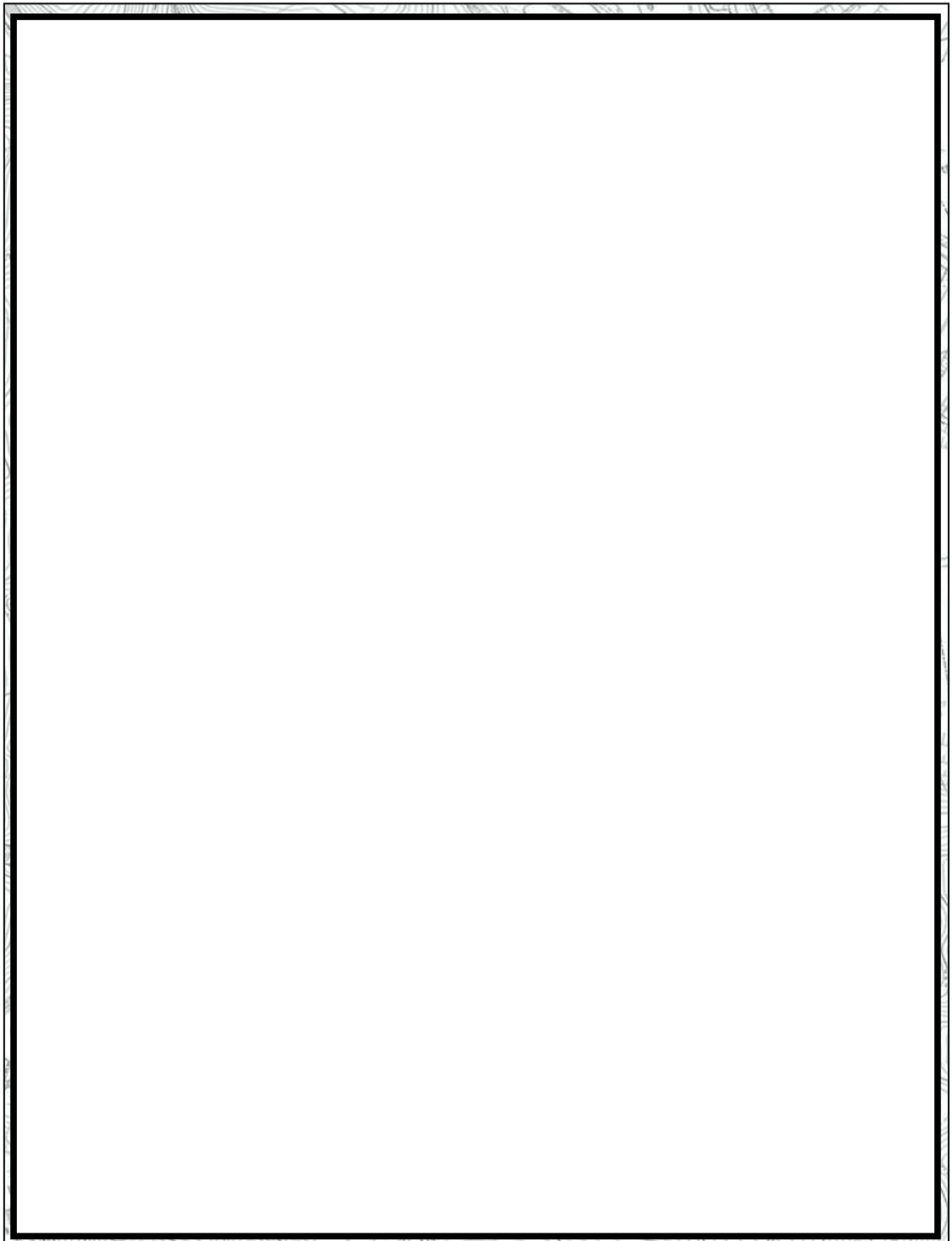
■移植後の管理

移植後は生育時期である 4~9 月の期間で約 2 週間ごとに、地上部の生育状況を観察し、写真を撮影し記録する。移植後 1 年間は特に株が弱りやすいため、生育時期に水やりなどを適宜、おこなう。

表 8 移植スケジュール

項目	2020年											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
自生地調査			■	■		■						
移植地踏査			■									
照度調査			■	■		■						
土壌調査			■									
移植(1回目)										■	■	■

項目	2021年											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
自生地調査				■		■						
照度調査				■		■						
移植(2回目)										■	■	■
移植地調査				■	■	■	■	■	■	■		



S=1:4,000



图 11 植物保全措置图

2-3 ニホンアカガエルの産卵場所,コオイムシ,ヒメゲンゴロウの生息場所の創出

■確認状況と生態

ニホンアカガエル

9月、事業予定地の[]で成体1個体を確認した。

なお3月におこなった事業予定地の水たまりにおける調査では、ニホンアカガエルなど両生類の卵塊・幼生は確認できなかった。

平野部から丘陵地にかけて生息し、森林や水田で見られる。繁殖は冬季におこなわれ、水田に残る水たまりに産卵することが多い。外敵の少ない早春にふ化し、春に幼生(オタマジャクシ)から幼体(カエル)になる。



コオイムシ

9月、事業予定地の[]の水たまりで多数確認したが、11月の調査では確認できなかった。小さな水たまりは消失し、大きな水たまりも水位が大幅に低下したため、移動したと考えられる。

水深の浅い開放的な止水域に生息し、オタマジャクシ、小魚、ヤゴ、巻貝などを捕食する。メスはオスの背中に産卵し、ふ化するまで卵を背負っているように見えることからコオイムシといわれる。



ヒメゲンゴロウ

9月、事業予定地の[]の水たまりで1個体確認したが、11月の調査では確認できなかった。(写真⁶)小さな水たまりは消失し、大きな水たまりも水位が大幅に低下したため、移動したと考えられる。

流れの緩やかな池や沼に多い小型ゲンゴロウ。卵・幼虫・蛹・成虫と完全変態し、幼虫と成虫は水中、蛹は土中で過ごす。成虫は飛翔し移動する。



■生息環境の条件

対象とするニホンアカガエルなどの生態より、生息に必要な条件を整理する。

ニホンアカガエル

- ・卵から幼生を過ごす冬から春の期間に、浅い水深の水辺が必要である
- ・林内で生活する成体が産卵しやすいよう林が隣接している水辺がよい

コオイムシ

- ・通年、水深の浅い水辺が必要である
- ・4~8月が産卵期にあたり、10月ごろまでみられる
- ・水中の落ち葉などの隠れ場所がある環境を好む
- ・冬季は乾燥しない水辺や湿地で越冬する
- ・水温および水質の適応範囲は広い

⁶ 写真:福岡県の水生昆虫図鑑, 上大輔 中島淳, 2009

ヒメゲンゴロウ

- ・通年、活動し、やや深い止水の水辺が必要である
- ・蛹を過ごせる土がある岸が必要である

■保全措置の進め方

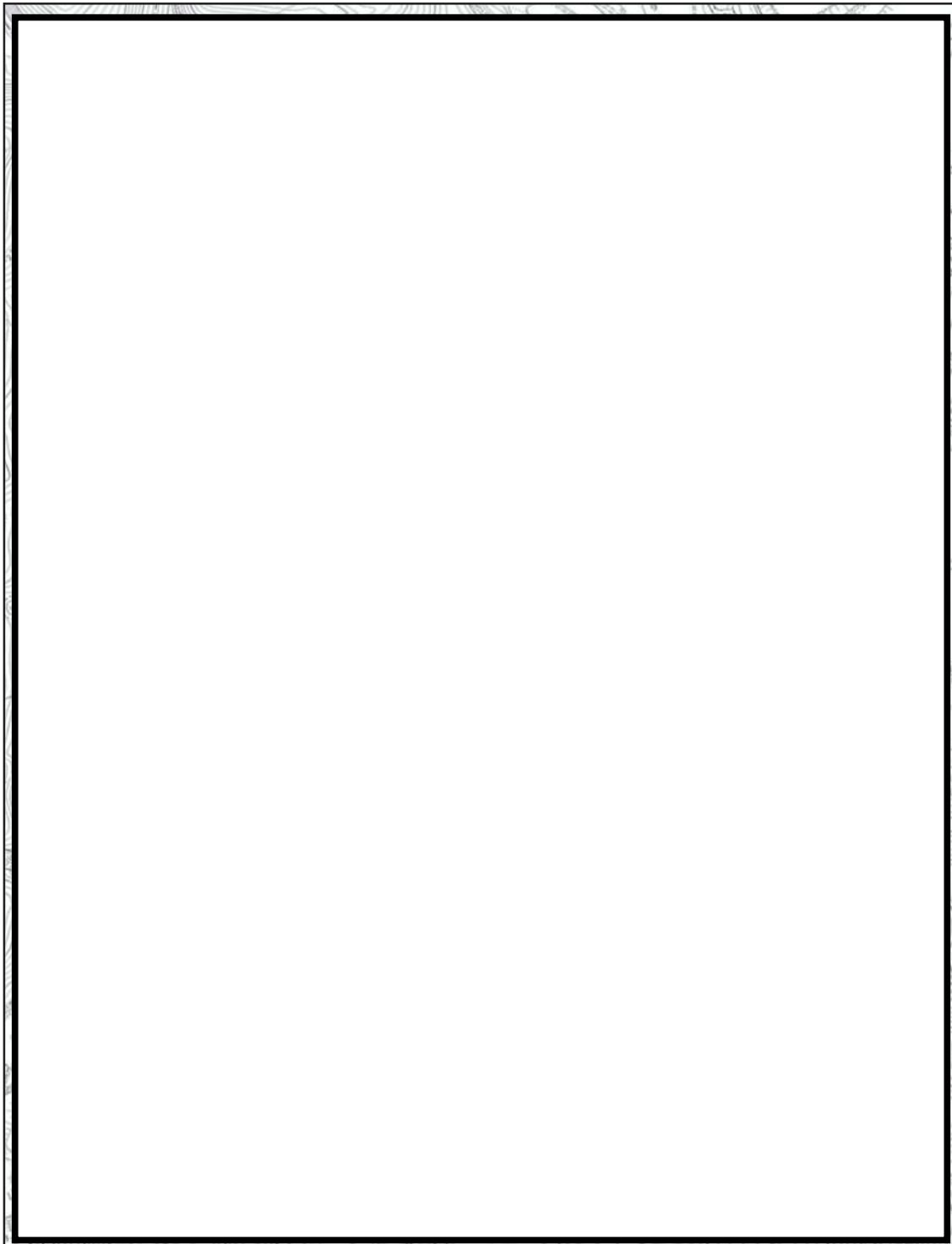
動物および水辺の調査より、環境の特性や水源となる要素について整理し、水辺創出を計画する。







■現況の水辺

動物調査をおこなった9月に加え、11月と3月に水辺の状況を調査した。事業予定地では調整池、水たまり、湧水の水辺がみられた。水辺を構成する要素について表に整理し、分布を図12 水辺調査図に示す。なお11月および3月調査では、重要な動物を確認できなかった。

表9 事業予定地の水辺

	調整池	水たまりa,b,c,d,e	湧水A	湧水B,C,D
環境	湿地,池	深い水たまり	森林	湿地
分布	-		内,小面積	の湧水周辺,小面積
水位変動	安定	不安定	安定	安定
水源	表流水,伏流水	表流水,伏流水	伏流水	伏流水
水質	夏季,水温高く富栄養	貧栄養的	貧栄養的	貧栄養的
日照	開放的	樹陰あり	閉鎖的	開放的
湿地性植物	あり	なし	なし	あり
工事による影響	保存	消失	消失	保存



凡 例	
	湧水
	流路
	流路跡
	水たまり(常時)
	水たまり(一時)
	改変区域



S=1:4,000



図 12 水辺調査図

○調整池

- ・ []
- ・ 通年一定の水位を保ち、調整池上流の湿地も乾燥せずに一定の流れを有していた。
- ・ 水草はみられず、湿地性植物が水際にみられた。
- ・ 9月には水温が高く、藻類がみられた。3月には水温は低く、藻類はみられなかった。
- ・ 事業予定地のほぼすべての面積を流域とし、埋立地に浸透した水を含め、安定した流入水がある。



(左)調整池全景 (右)オーバーフローとなる樋



(左)下流部 (右)上流部の流れ込み



(左)水温が高く富栄養な状況 (右)上流湿地

○水たまり a~e

- ・ [] に分布し、[] を流れる水がせき止められて生じたと考えられる。[] 中央部が最も深く(次頁左右写真)、[] 中央部を挟むように複数の小規模な水たまりができていた。もっとも深い水たまりは水位が変動しつつ常時水があったが、小規模な複数の水たまりは、形成と消失を繰り返す不安定な水辺であった。
- ・ 透水性のよい砂質土にかかわらず水が溜まっていたことから、[] を伏流する地下水があり、水たまり底が低いと伏流する地下水が表出しやすいと考えられる。


[]

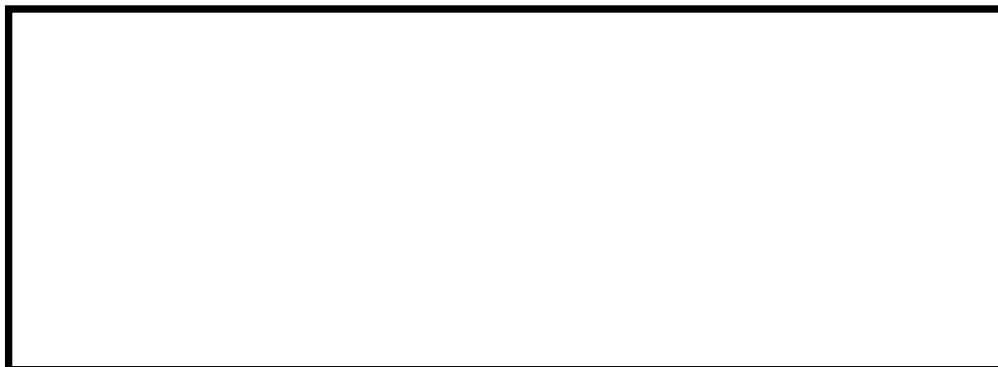
- W1.0m～3.0m×H～1.0m 程度の大きさに植物はなかった。
- 夏から早春まで水があり、11月に水量が減少したが、3月には再び水量が増えていた。水位の変動は大きいと考えられる。



(左)常時水がある水たまり(水たまり a,9月) (右)常時水がある水たまり(水たまり e,3月)


○湧水 A

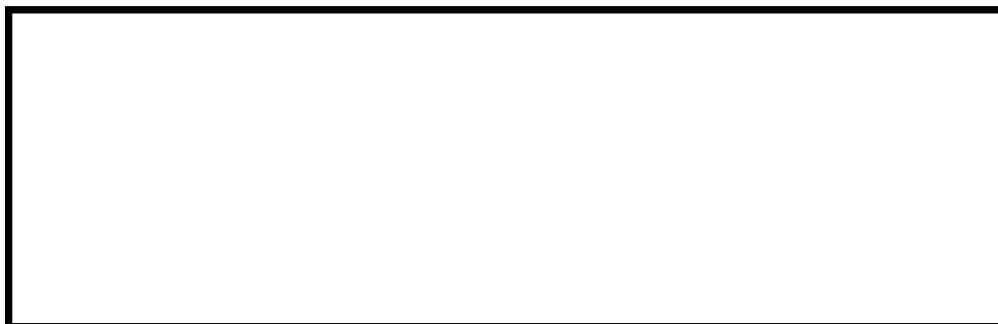
- 内で湧水を1ヶ所確認した。流路に浸食は認められず、流量は少ないと考えられる。下流で再び浸透し表流水はなくなる。湧水は2期工事の改変区域にあり、消失する。




(左)内の湧水 A (右)表流水が現れるが再び浸透する

○湧水 B,C,D

- からの湧水を3ヶ所確認した。湿地性植物があることから、安定した湿地環境を形成していると考えられる。



(左)の湧水 B (右) 湧水 C にみられる湿地性植物

■水辺ビオトープ創出の進め方

保全措置として当初、2期工事により新たに生じる[]に、現況に準じた素掘り水路を設ける措置を検討したが、専門部会において水源確保の課題について指摘を受けた。

攪乱がある環境を再現する計画は不確実性を伴うため、現況の水たまりを再度分析し、目標とする水辺の環境条件を設定し、その環境を満足する水辺ビオトープを創出する計画とした。

○目標とする水辺の環境条件

重要な動物コオイムシ、ヒメゲンゴロウが確認された水たまりは、攪乱を受ける多様な環境であり、里山でよくみられる林縁の水田や水路の水辺に類似している。また[]は、ニホンアカガエルなど両生類の産卵場所になる(下写真)。



両生類の産卵場所例

現況の水たまりの特徴より、以下の項目を目標とする水辺の環境条件とする。

- 1 浅い水深と深い水深を備えた水辺であること
- 2 []の水辺であること
- 3 土,落ち葉がある水辺であること
- 4 陰になり,水温が上がりすぎず,貧栄養的であること

○活用できる水源

水辺創出にあたり、水の確保が課題となる。活用できる水源から、創出する水辺の配置を計画する。

変更の影響が小さい水たまりeの[]は、現況の表流水が活用できるため、水たまりe付近に水辺を計画する。水たまりaの[]は、変更の影響により表流水が減少するとみられるが、北から南に流れる豊富な伏流水を利用できる可能性がある。しかし伏流水の量が不確実であるため、あわせて表流水を集める計画とする。2期工事の非変更区域にある湧水B,C,Dのなかで、湧水Cは動物の生息に適した森林と水辺のエコトーンを形成しやすい優れた立地であるため、湧水Cに水辺を計画する。

保全措置に活用できる水源とその位置を表10 活用できる水源に示す。

表10 活用できる水源

主な水源	活用の可能性	位置
表流水	現況で常時水たまりがみられた[]は、変更の影響が少なく現況と同等の流域があり、現況と同等の水を確保できる。	[]
伏流水	[]において、水たまりなど表出水が多いことから、地下水位が高いと考えられる。変更の影響を受け表流水の減少が懸念されるが、掘削を深くすることで[]を伏流する地下水位に到達し、利用できる可能性がある。	[]
湧水	変更の影響が少なく、安定した水の供給が期待できる。	[]

○創出する水辺ビオトープの特徴

□に環境が少しずつ異なる小規模な水辺を複数創出し、環境条件を満足する水辺を再現する。位置を図 15 動物保全措置図に示す。

表 11 水辺ビオトープ-1 の特徴

立地	工事による影響が小さく、現況の水たまりが再現できる可能性が高い。	
関連水辺施設	縦断勾配をつけずに底形状に変化をつけ、□からの表流水を一時的にためる水路-2と連続させ、現況の水たまりを再現する。	
水源の確保	□からの表流水に加え、伏流水も活用するため、深く掘削(最大1500mm)する。水が消失してしまう場合は、さらに広い流域の表流水を集めるため、水路-2を勾配をつけた水路-1に改修する。水が浸透しやすい土質で水が消失してしまう場合は、止水性向上のためベントナイトを散布する。	
環境条件	水深	・底形状に変化をつけ、水深の深浅に変化をつける ・側面を1:1.5～2.0程度の法とする
	林縁	・□に接した位置に水たまりをつくる
	土 落ち葉	・表面を土仕上げとする ・落ち葉は□から供給される
	日照 水温 水質	・□の樹木の陰になる場所をつくり、過度な水温上昇を防ぐ ・表流水と伏流水による水の入替わりを促進するようコンクリートやビニールシートなど完全に止水してしまう材料を用いない

表 12 水辺ビオトープ-2 の特徴

立地	重要な動物の確認地点と同じ□にあり、伏流水が豊富と推定される。	
関連水辺施設	□からの表流水を集めて流す水路-1と連続させる。	
水源の確保	□からの表流水に加え、伏流水も活用するため、深く掘削(最大1500mm)する。さらに、より広い流域の表流水を集めるため、勾配をつけた水路-1を設ける。水が浸透しやすい土質で水が消失してしまう場合は、止水性向上のためベントナイトを散布する。	
環境条件	水深	・底形状に変化をつけ、水深の深浅に変化をつける ・側面を1:1.5～2.0程度の法とする
	林縁	・□に接した位置に水たまりをつくる
	土 落ち葉	・表面を土仕上げとする ・落ち葉は□から供給される
	日照 水温 水質	・□の樹木の陰になる場所をつくり、過度な水温上昇を防ぐ ・表流水と伏流水による水の入替わりを促進するようコンクリートやビニールシートなど完全に止水してしまう材料を用いない

表 13 水辺ビオトープ-3 の特徴

立地	非改変区域に位置し、□に近い、動物の移動に優れる。	
関連水辺施設	なし	
水源の確保	湧水を水源とする。	
環境条件	水深	・底形状に変化をつけ、水深の深浅に変化をつける ・側面を1:1.5～2.0程度の法とする
	林縁	・□の樹木の陰から離れた位置であるため、樹木を植栽する
	土 落ち葉	・表面を土仕上げとする ・落ち葉は植栽木および□から供給される
	日照 水温 水質	・樹木の陰になる場所をつくり、過度な水温上昇を防ぐ ・表流水と伏流水による水の入替わりを促進するようコンクリートやビニールシートなど完全に止水してしまう材料を用いない

表 14 水辺の形状寸法

施設	形状寸法			備考
	W	H	勾配	
水辺ビオトープ-1	600~800	最大1500	1:1.5~2.0	伏流水に達しやすいよう深く掘削する。
水辺ビオトープ-2 水路-1				より広い面積の表流水を集めるため、勾配をつけた水路つなげる。 伏流水に達しやすいよう深く掘削する。
水辺ビオトープ-3		300程度		湧水近くに窪地を設け、浅い水辺にするとともに周囲に植栽し、隣接する と連続させる。
水路-2				縦断勾配をつけずに、底形状に変化をつけ、 からの表流水を一時的にためる。



図 13 水辺ビオトープイメージ

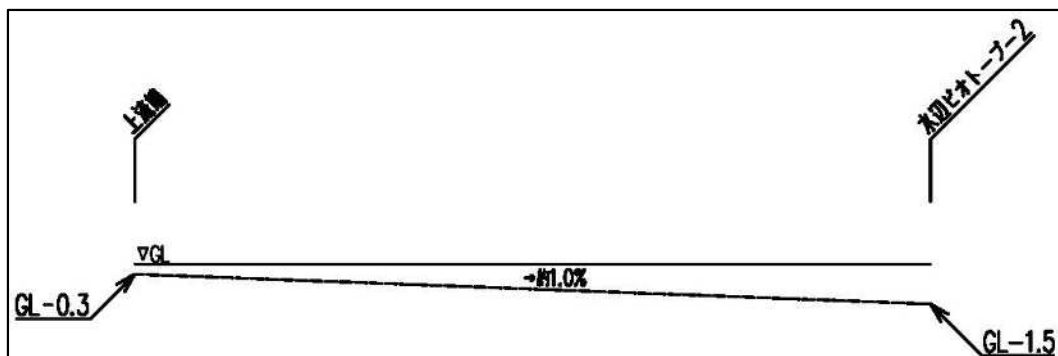
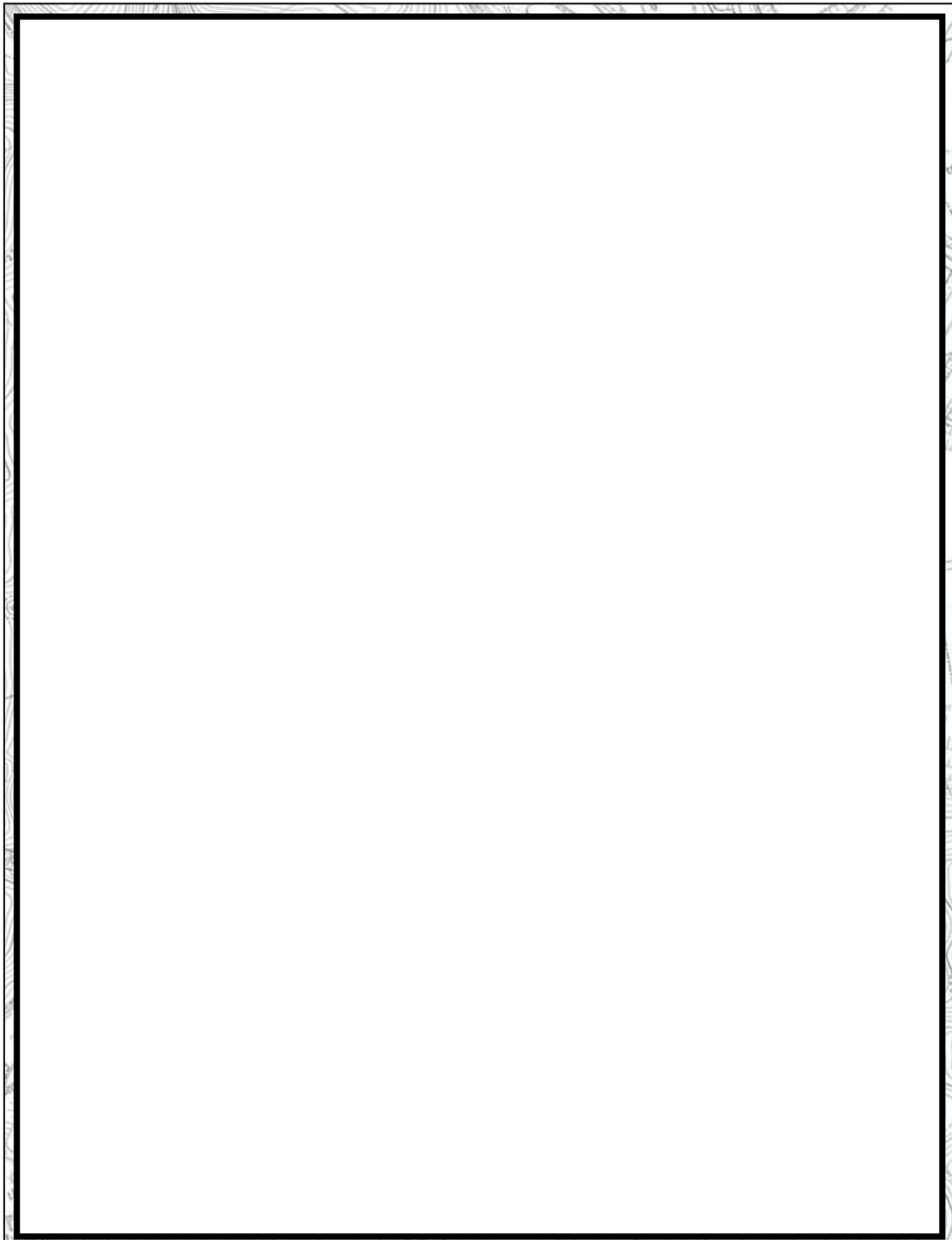


図 14 水路-1 模式図(勾配あり)



凡 例	
●	水辺ビオトープ
→	水路-1
- - -	水路-2



S=1:4,000



図 15 動物保全措置図

■水辺管理

水辺ビオトープ、水路はいずれも土砂が堆積しやすく、放置すると湿地化、乾燥化が進み水辺が消失してしまうため、定期的な管理が必要となる。適宜、水たまりを点検し、管理の必要性が生じた場合は、いったん水生生物や水草を避難させたあとに、堆積物を排除する。多くの水生生物が活動する春～夏季とニホンアカガエルの産卵期である早春を避け、水生生物への影響が少ない秋冬季が管理の適期である。

水辺ビオトープ周辺に植樹する水たまり-3 では、水面が陰になっているか、植栽の成長を確認する。

表 15 水辺管理

項目	管理	時期
水辺 ビオトープ	土砂などの堆積が進んだ場合、底面を掘削して乾燥化を防ぐ。	秋～冬季
水路	水路が閉塞している場合、泥上げし水路断面を回復する。	秋～冬季



写真 6-35 溜池の漏水止めに用いる粉粘土の散布
散布は、粉状の粘土が周辺へ飛散しないように風雨をさけて行なう。(写真 6-35, 36 は、新潟県長岡市において撮影)



写真 6-44 間引いた水生植物からの水生の生きものの捕獲と放流



写真 6-45 小規模な溜池での堆積砂泥の搬出

管理例⁷

⁷ 養父志乃夫, 自然生態修復工学入門, 2002

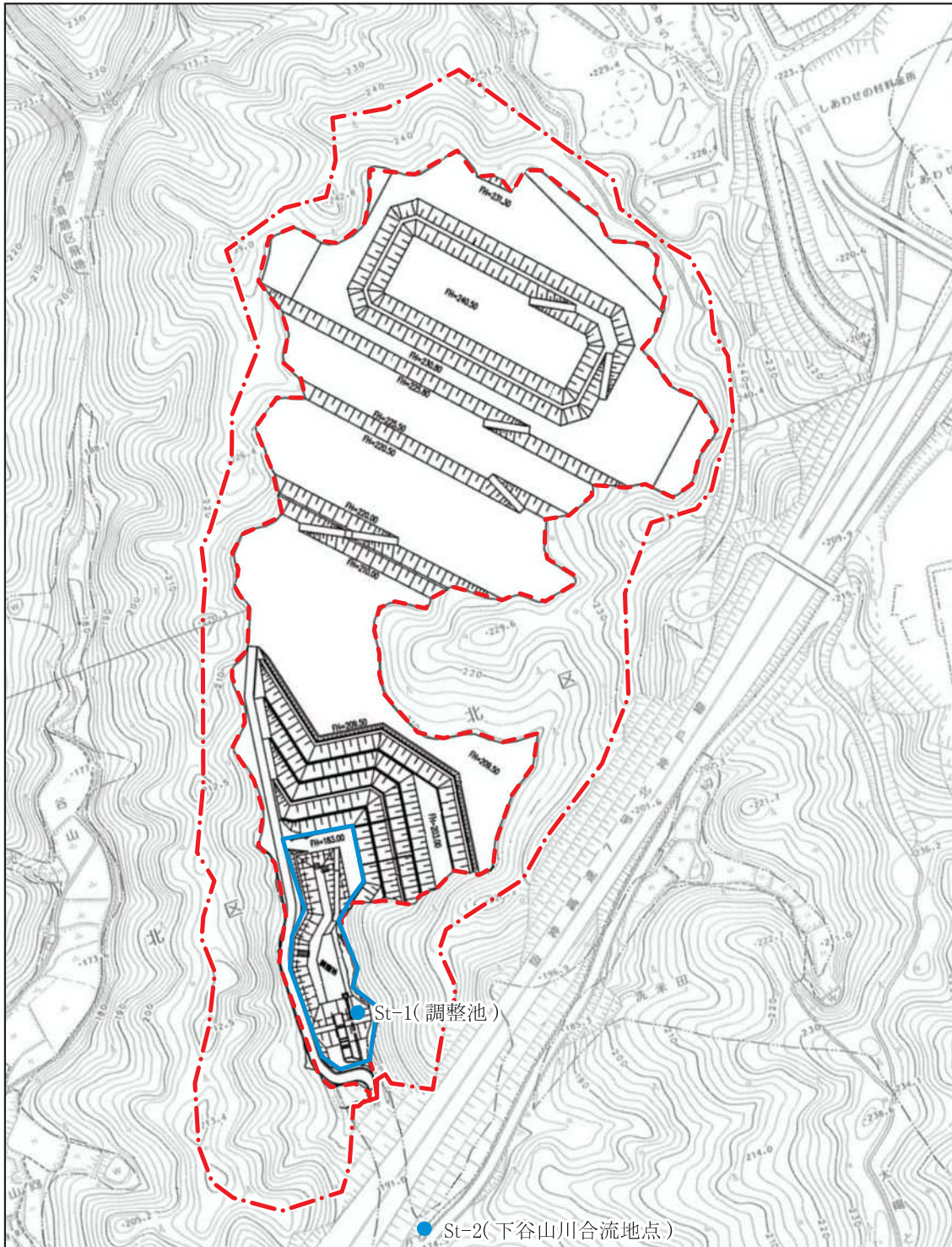
事後調査項目について以下のとおりとする。

表 18 事後調査計画(1/2)

調査項目		調査地点	調査時期 (工事中)	調査時期 (供用後)
水質	水素イオン濃度(pH)	調整池放流口 下谷山川合流点	4回/年 豪雨時,地震時:随時	1回/年
	浮遊物質(SS)			
	カドミウムおよびその化合物			
	シアン化合物			
	鉛およびその化合物			
	六価クロム化合物			
	ヒ素およびその化合物			
	水銀およびアルキル水銀			
	アルキル水銀化合物			
	ポリ塩化ビフェニール			
	ジクロロメタン			
	四塩化炭素			
	1,2-ジクロロエタン			
	1,1-ジクロロエチレン			
	シス-1,2-ジクロロエチレン			
	1,1,1-トリクロロエタン			
	1,1,2-トリクロロエタン			
	トリクロロエチレン			
	テトラクロロエチレン			
	1,3-ジクロロプロペン			
	チウラム			
	シマジン			
	チオベンカルブ			
	ベンゼン			
セレンおよびその化合物				
亜硝酸性窒素および硝酸性窒素				
フッ素およびその化合物				
ホウ素およびその化合物				
1,4-ジオキサン				

表 19 事後調査計画(2/2)

調査項目		調査地点	調査方法	調査時期 (工事中)	調査時期 (供用後)
土壌	廃棄物,汚染土壌	事業予定地の 改変区域	事前確認,目視	随時	-
地形・地質	植物化石		目視	随時	-
植物	重要な植物 特定外来生物 植栽の状況	事業予定地全域	重要種などの保全状況 保全措置の状況 特定外来生物の防除状況 植栽の生育状況	随時	1回/年
動物	重要な動物 特定外来生物	事業予定地全域	重要種などの保全状況 保全措置の状況 特定外来生物の防除状況	随時	1回/年
その他	工事車両台数	事業予定地内	台数と走行ルートを記録する	随時	-
	防災施設	調整池等	巡視,点検	洪水期:2回/月 非洪水期:1回/月 豪雨時,地震時:随時	







凡例	
	事業予定地
	変更区域
	調整池(防災施設)
	水質調査地点



図 16 事後調査地点図