

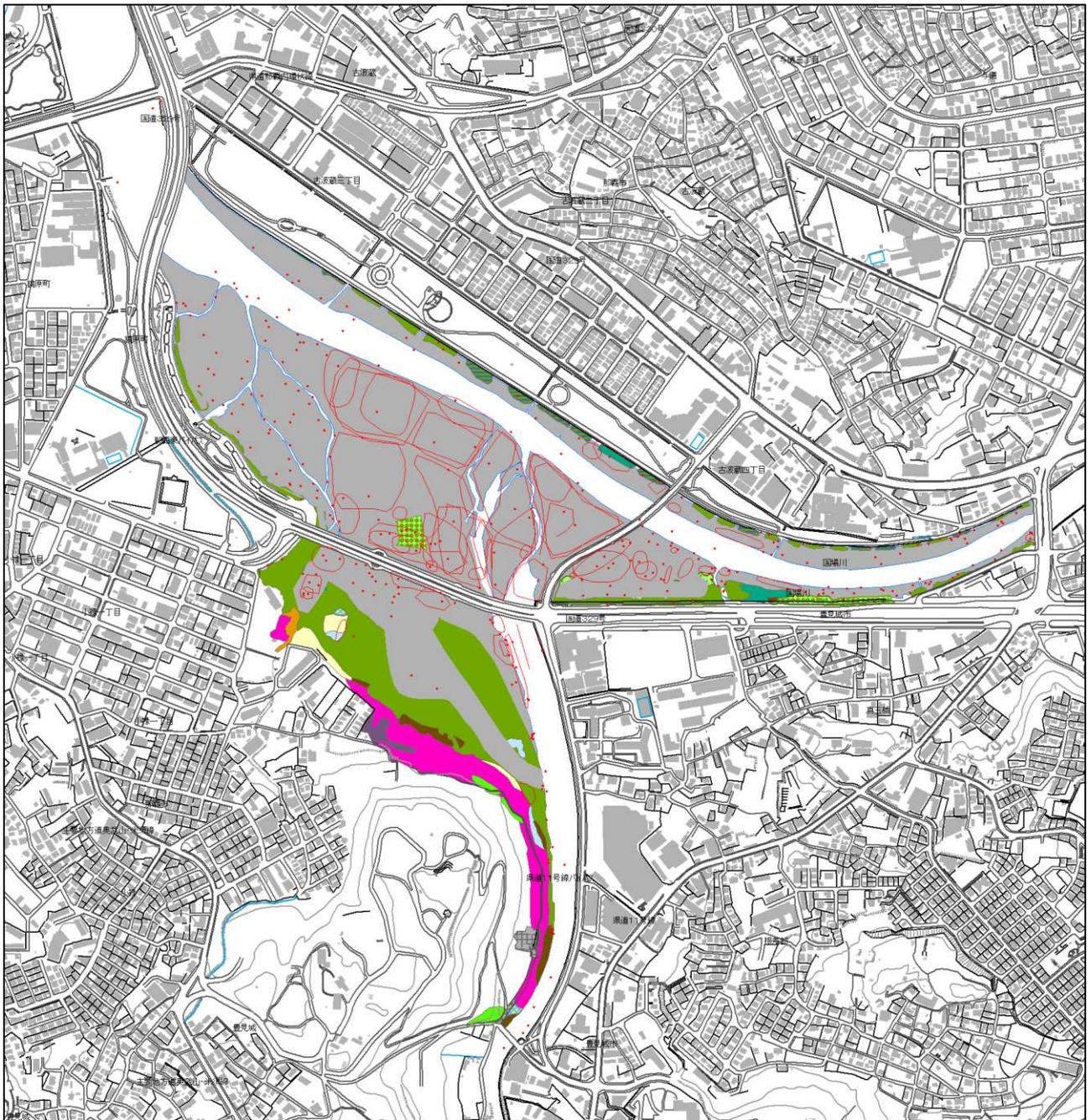
凡例

- — □ 平成22年度採餌場所
- 0. メルギ植栽(1%以下)
- 1. メルギ群落(被度50%以上)
- 2. メルギ群落(被度50%以上)複層小低木林
- 3. メルギ群落(被度10~50%)
- 4. メルギ群落(被度10%以下)
- 5. メルギ・ヤエヤマメルギ混生林
- 6. ヤエヤマメルギ群落
- 7. シマシラキ群落
- 8. オオハマボウ群落
- 9. イハダサギ群落
- 10. キンネム群落
- 11. アカキ群落
- 12. オシハ群落
- 13. ソレシハ群落
- 14. セイノヨシ群落
- 15. ナビアグラス群落
- 16. バラグラス群落
- 17. 造成地・建造物

0 250 500 1,000 m

図 4-7(4) 漫湖に飛来した水鳥の採餌場所(平成 22 年度)

・満潮時の休場と同様に、採餌場所についてもとよみ大橋以南の利用がみられた。



凡例

- — □ 平成23年度休息場所
- 0. メルギ植栽(1%以下)
- 1. メルギ群落(被度50%以上)
- 2. メルギ群落(被度50%以上)複層小低木林
- 3. メルギ群落(被度10~50%)
- 4. メルギ群落(被度10%以下)
- 5. メルギ・ヤエヤマメルギ混生林
- 6. ヤエヤマメルギ群落
- 7. シマシラキ群落
- 8. オオハマボウ群落
- 9. 休々サギ群落
- 10. キンネム群落
- 11. アカギ群落
- 12. オシハ群落
- 13. ソナシハ群落
- 14. セイノヨシ群落
- 15. ナビアグラス群落
- 16. ハラグラス群落
- 17. 造成地・建造物

0 250 500 1,000 m



図 4-7(5) 漫湖に飛来した水鳥の採餌場所(平成 23 年度)

・平成 22 年度と同様の傾向がみられるが、作業終了からの日が浅いということもありマングローブ中央の伐採区の利用はあまり見られなかったことから、今後の経過観察が必要である。

(3) 底生動物

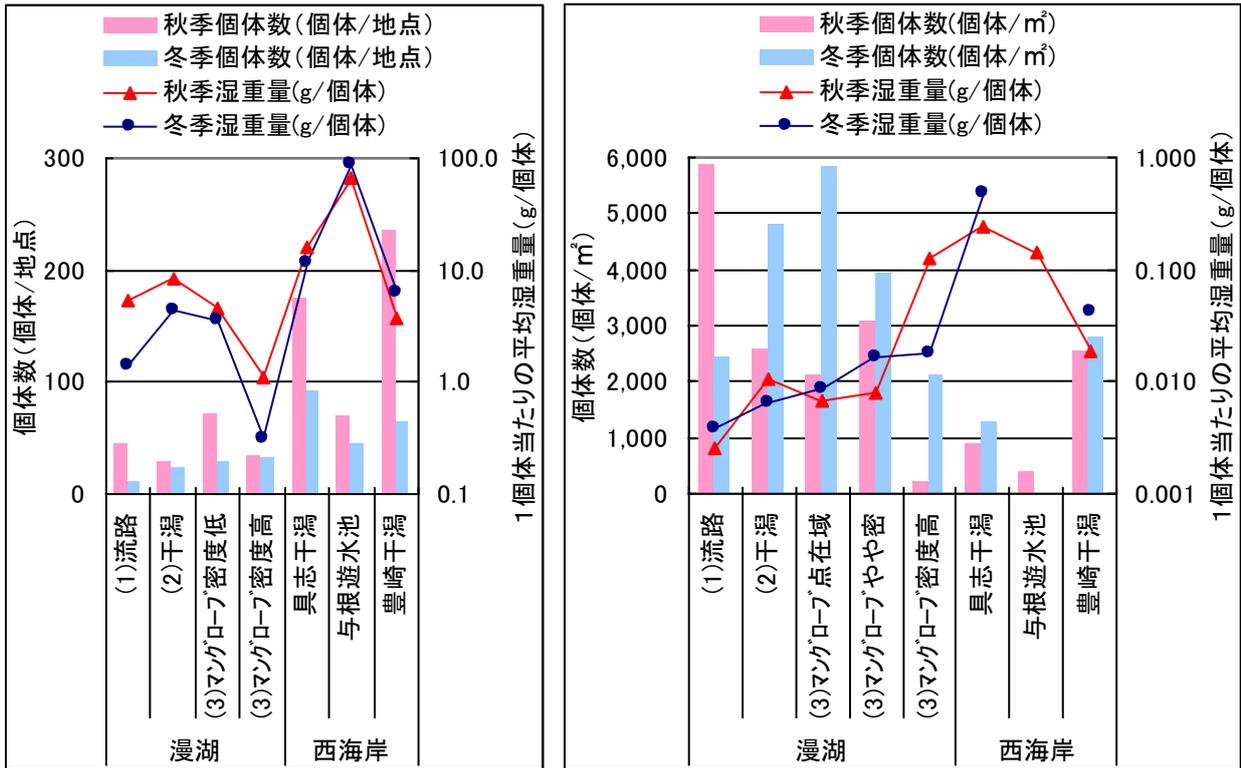
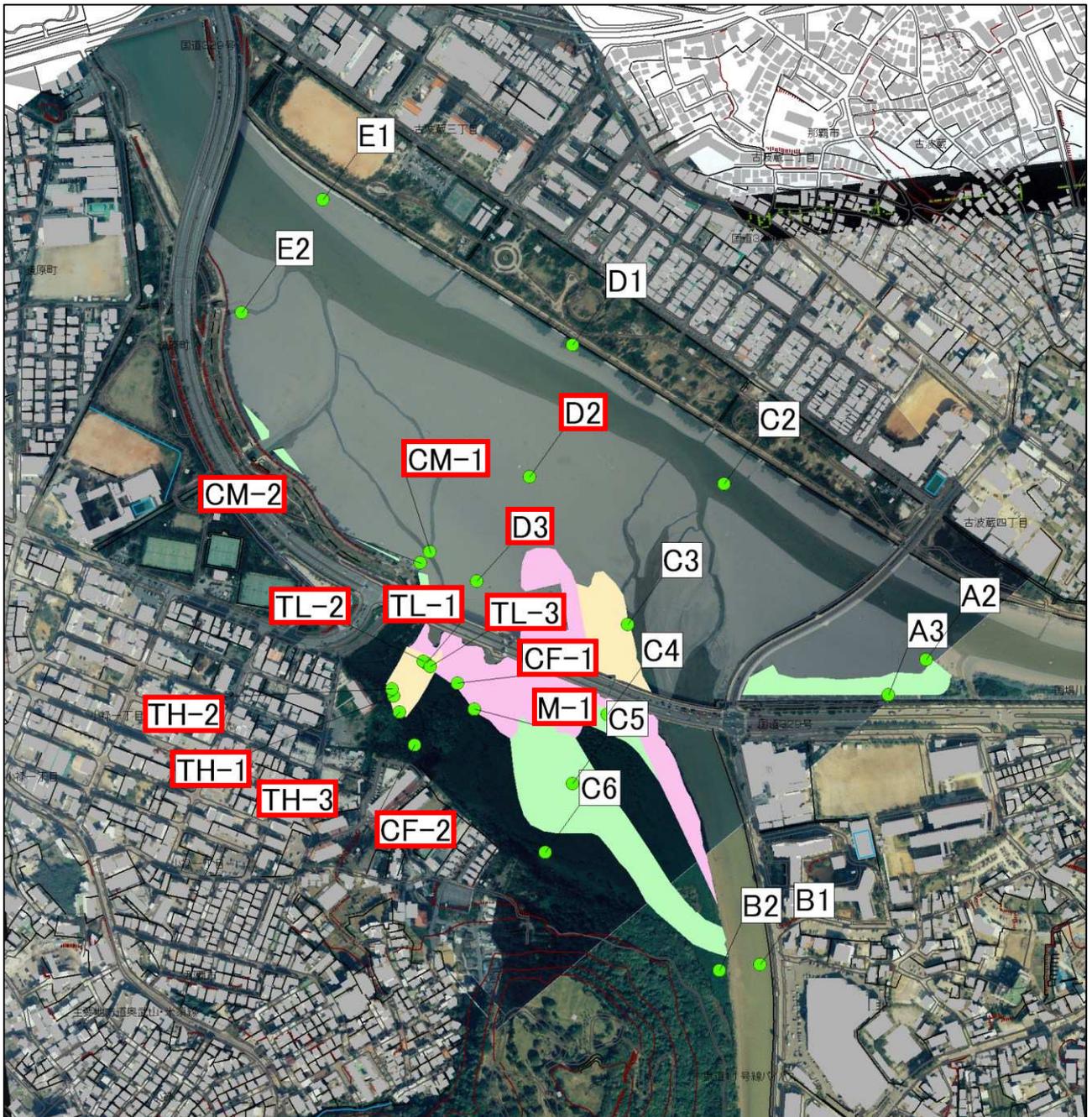


図 4-8 魚類(左)と底生動物(右)に係る個体数と1個体当たりの平均湿重量の環境別比較
(平成 19 年度)

・ 秋季の底生動物の調査結果において、干潟域に比べてマングローブ密度が高い調査区では、単位面積当たりの個体数が少なく、1個体当たりの湿重量（≒大きさ）が大きいことから、陸化の進行に伴い生物の種類や生息密度が変化し、干潟域の生物を餌としている水鳥にとって魅力の薄い底生動物相となっている可能性が考えられた。



凡例

- 底生動物調査位置
- モニタリングフィールド
- 人工池
- 木道
- 伐採後の調査時期
- H21.1以降
- H23.8以降
- H23.12

□ 図 4-10 で解析対象とした地点
(D2, D3 は H23 年度のみ比較を行った)

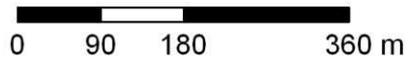


図 4-9 底生動物調査地点

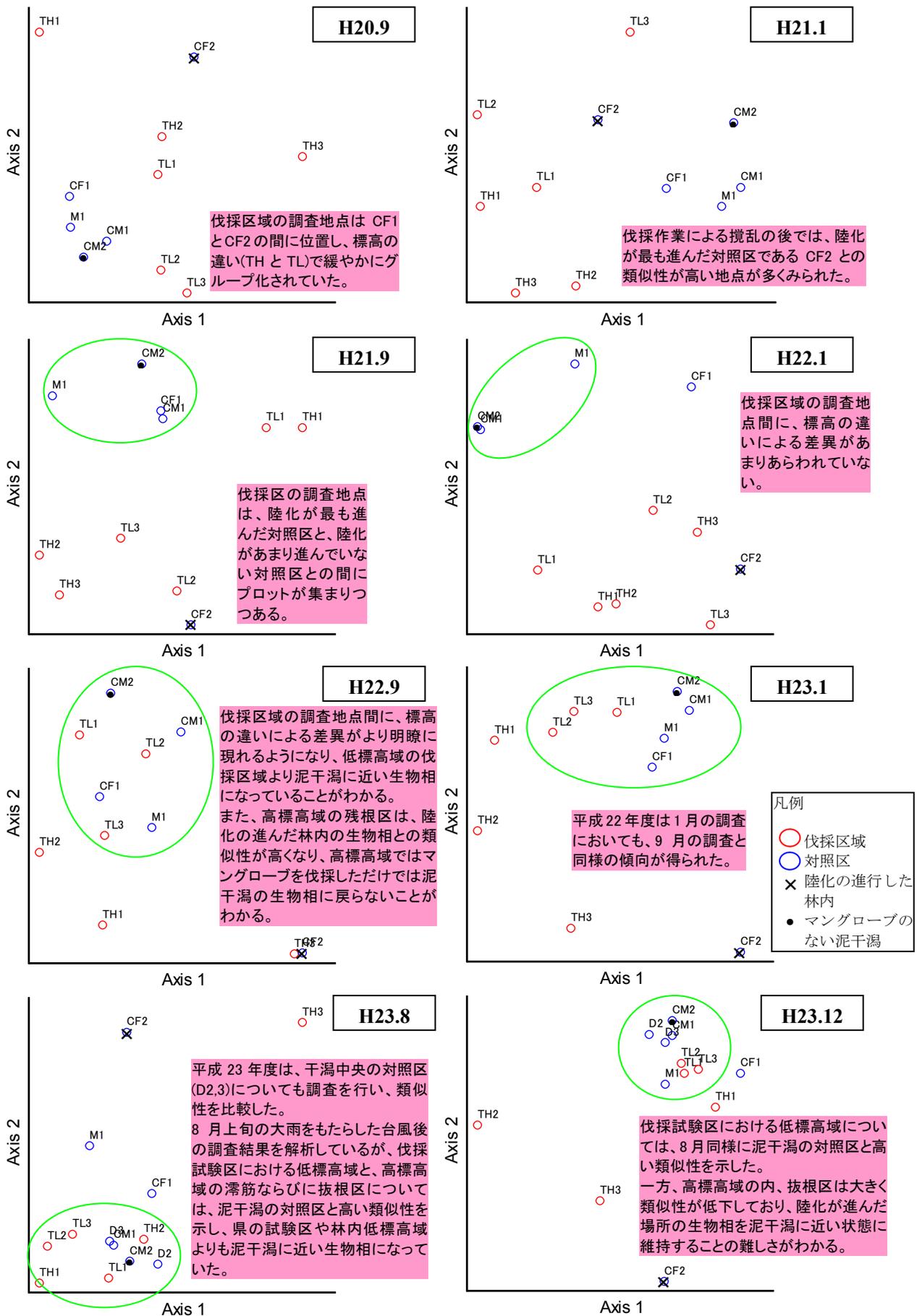


図 4-10 餌生物の種組成の類似性の経年変化

※非計量多次元尺度構成法によるプロット、類似性が高いほどプロット間の距離は短くなる

(4) 土砂の堆積とマングローブ

1) 土砂堆積環境の変化

平成 19 年度調査では、USLE 式に基づく推定土砂流入量の試算を行い、その量は年々減少しており、平成 18 年時点では昭和 48 年の水準に対して約 55%まで低下しているという結果を得た。

平成 20 年度調査では、USLE 式に反映されていない開発事業による影響を概括するため、沖縄県環境衛生研究所報の論文から単位面積あたりの年間流出量のデータを用いて推定土砂流入量を試算した。

平成 20 年度調査にて把握した饒波川上流における土地改良事業は、平成元(1989)～8 (1996)年に実施された県営畑地帯総合土地改良事業 (59ha) と、平成 2 (1990)～6 (1994)年に実施された農村基盤総合整備事業 (124.0ha) であった。当時は沖縄県赤土等流出防止条例(H7 施行)が無かったことから、条例施行前の農地からの発生量と土地改良事業による発生量の差を平成 5 年の推定土砂量に上乗せすると、平成 5 年の推定土砂流入量は 63,366t/年以上はあったものと考えられる。また、平成 12 年から平成 13 年の間に農地面積が 321ha 減少しているが、これが全て区画整理によるものとして条例施行後の農地からの発生量と区画整理事業による発生量の差を平成 13 年の推定土砂量に上乗せすると、平成 13 年の推定土砂流入量は 28,906t/年以上はあったものと考えられる。流域市町へのヒアリングでは集水域内の大規模な土地改良事業は約 5 年前に完了していることから、赤土等流出防止条例施行前のような大規模な土砂流入は生じておらず、USLE 式で推定される水準に近い値になっていると期待され、現在は 21,992t/年程度と推定される。

(H19 年度報告書より抜粋)

表 2.3-34 漫湖流域の推定土砂流入量(t/年)の変遷

項目	昭和 48 年	昭和 59 年	平成 5 年	平成 12 年	平成 13 年	平成 18 年
農地面積 (ha)	1,492	1,350	1,289	1,208	887	822
推定土砂流入量	39,918	36,119	34,491	32,321	23,738	21,992

※昭和 48 年～平成 12 年は「平成 15 年度漫湖地区自然再生推進計画調査事業」平成 16 年 3 月（沖縄県文化環境部自然保護課）の土地利用の変遷から引用した。平成 13 年、平成 18 年は土地利用現況図から判読し、面積を算出した。

※各年度の農地面積は平成 18 年度の農地面積 822ha となるよう、一律に同じ補正係数を乗じた。

表 2.3-37 とよみ大橋以南におけるマングローブ林の分布面積の変遷(抜粋)

項目	昭和 57 年	平成元年	平成 4 年	平成 9 年	平成 15 年	平成 20 年
マングローブの面積 (ha)	0.47	0.72	1.38	6.18	8.31	8.69

(沖縄県環境衛生研究所報より抜粋)

表 単位面積あたりの年間流出量

地目・事業	単位面積あたり年間流出量 (t/ha/年) ※	
	条例施行前	条例施行後 (1996-97)
農地 (耕地)	2.21	3.9
土地改良	160	96
区画整理	320	20

※条例施行前については「沖縄県における年間土砂流出量について」(比嘉・大見謝・花城・満本,第 29 号,1995)、条例施行後については「沖縄県における年間土砂流出量 (第 2 報)」(仲宗根・比嘉・満本・大見謝,第 32 号,1998)

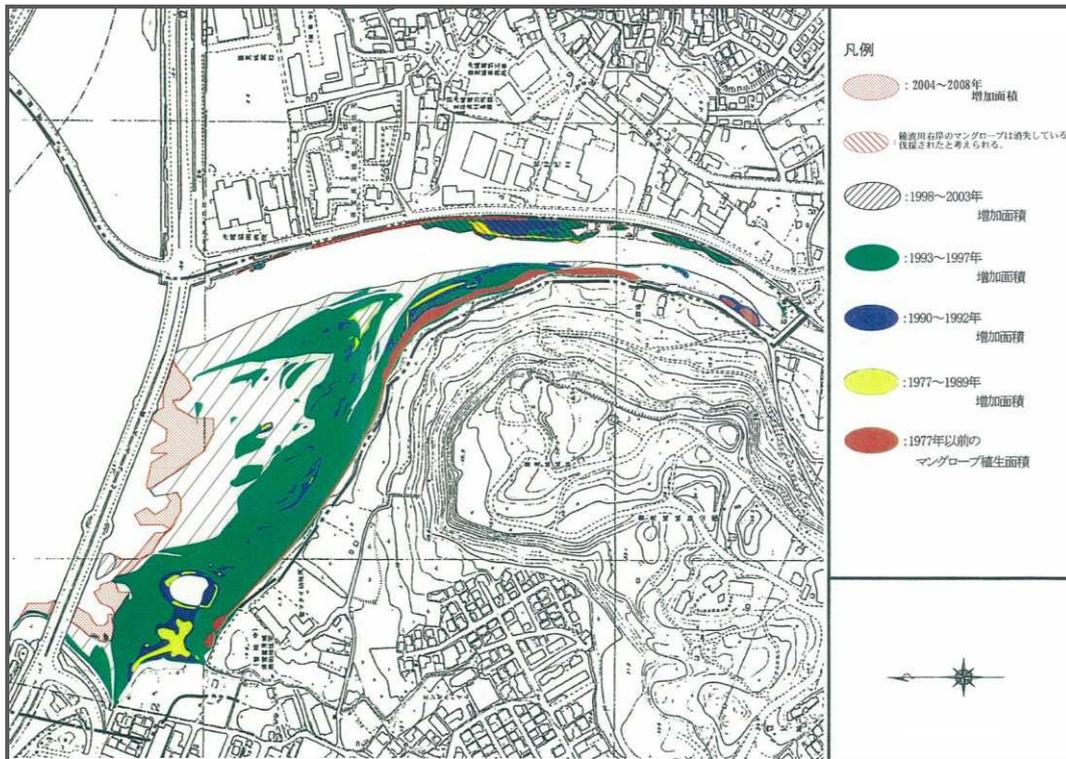


図 4-11 とよみ大橋以南におけるマングローブの拡大状況

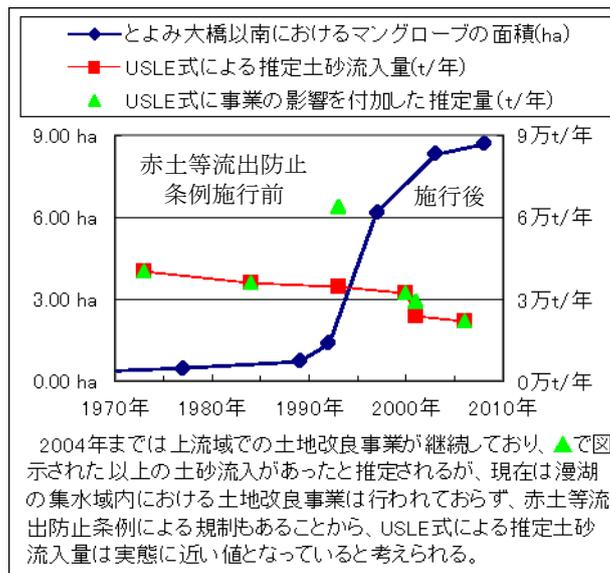


図 4-12 饒波川上流における土地改良事業を考慮した土砂流入量の推定値

・ USLE 式に事業の影響を付加した推定土砂流入量ととよみ大橋以南におけるマングローブの拡大状況 (図 4-11) とを重ね合わせると、マングローブが急激に分布を広げ始めた時期と、一時的な土砂流入の増大の時期が重なることがわかる (図 4-12)。また、1990 年には饒波川河口左岸側がとよみ大橋の工事用仮設道路により一部締め切られていたことがわかっており、マングローブの急激な分布拡大の初期には、土砂が堆積しやすくなる複数の要因が存在していたといえる。

2) 土砂堆積速度

漫湖における土砂堆積速度を把握するため、平成 19 年度にボーリング調査ならびにボーリングコアの ^{210}Pb 法による年代測定を実施した。

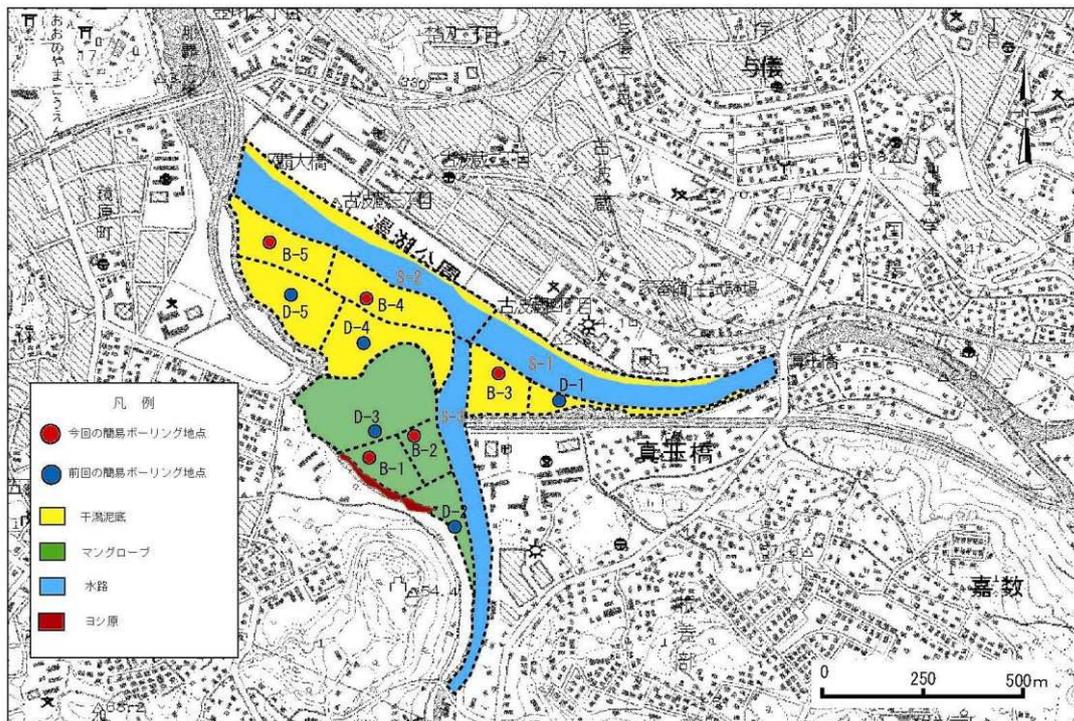


図 4-13 ボーリング地点位置並びに土砂堆積予測のための面積分割図

※図中凡例における今回とは「平成 19 年度国指定漫湖鳥獣保護区における保全事業検討調査」(環境省)を、前回は「平成 16 年度漫湖地区自然再生事業推進計画調査」(沖縄県)の調査を指す。

表 4-3 年間土砂堆積量

項目	地点	堆積速度 (cm/y)	面積 (㎡)	各土砂堆積量 (t/年間)
平成 19 年度の ボーリング調査	B-1	1.0	18,686	486
	B-2	1.3	14,413	487
	B-3	1.4	22,750	828
	B-4	1.2	31,225	974
	B-5	1.3	27,750	938
平成 16 年度の ボーリング調査	D-1	1.3	12,021	406
	D-2	1.3	15,556	526
	D-3	2.0	61,417	3,194
	D-4	1.2	33,315	1,039
	D-5	1.6	30,249	1,258
水路	S-1	1.4	62,677	2,281
	S-2	1.2	66,699	2,081
	S-3	1.3	43,210	1,461
年間土砂堆積量 (計)				15,960

※土砂の比重は 2.6 とした。

※堆積速度の得られなかったボーリング地点については隣接区画として、B-2 は D-2、B-4 は D-4 と同じ堆積速度であるとした。また、水路については近似地点として、S-1 は B-3、S-2 は B-4、S-3 は B-2 と同じ堆積速度であるとした。

- 各ボーリング地点に対応する区画毎の年間土砂堆積量とそれらの合計を表 4-3 に示す。これにより漫湖の年間土砂堆積量は、15,960 (t/年) と推測された。
- 最も堆積速度が速かったのはマングローブ林内の D-3 地点であり、マングローブの存在が土砂堆積と干潟の陸地化を促進することが示唆された。

3) 拡大予測

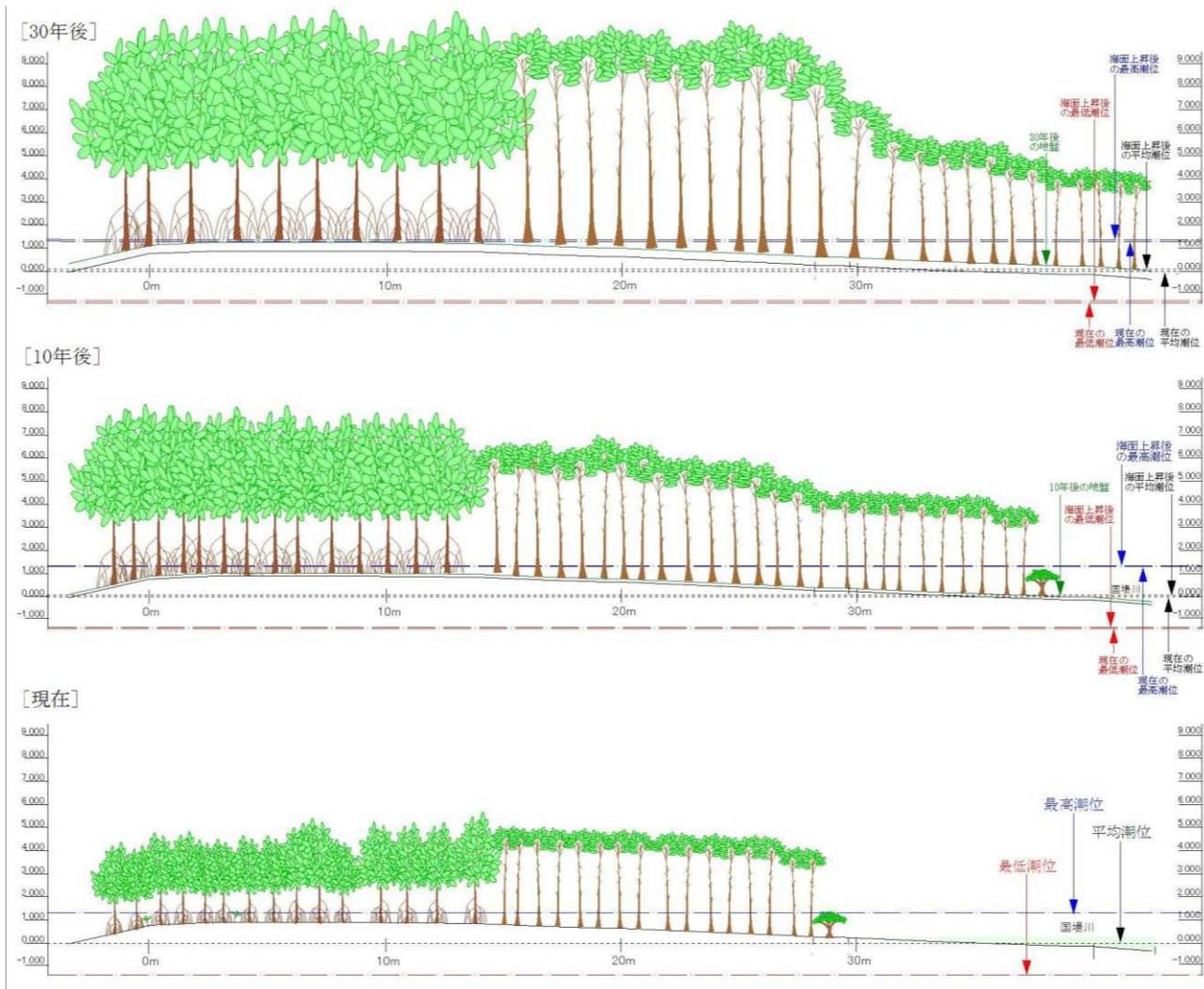


図 4-14 マングローブ林の変化予測(ベルトランセクト3: 爬龍橋上流左岸)

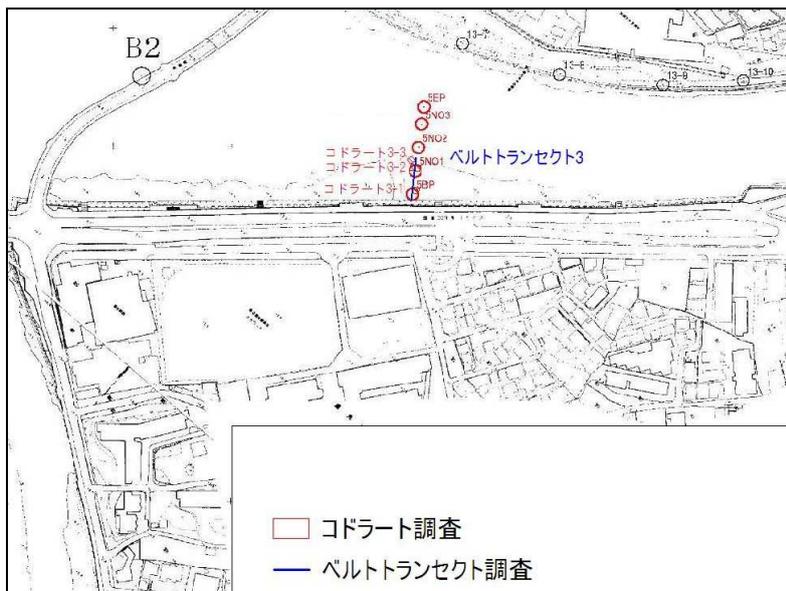


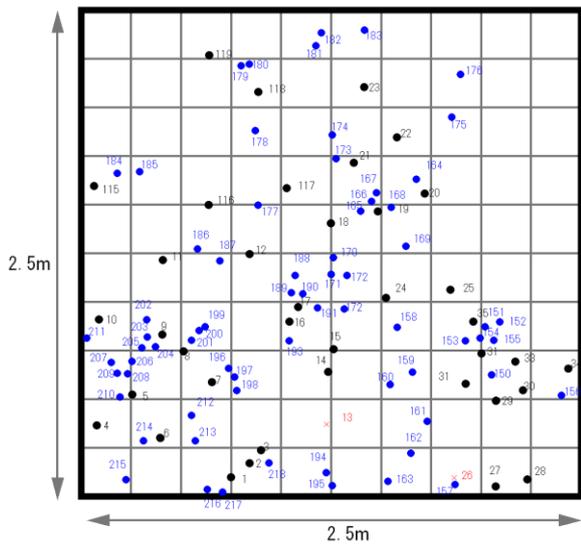
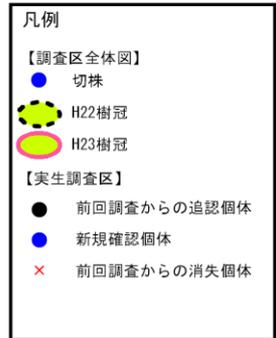
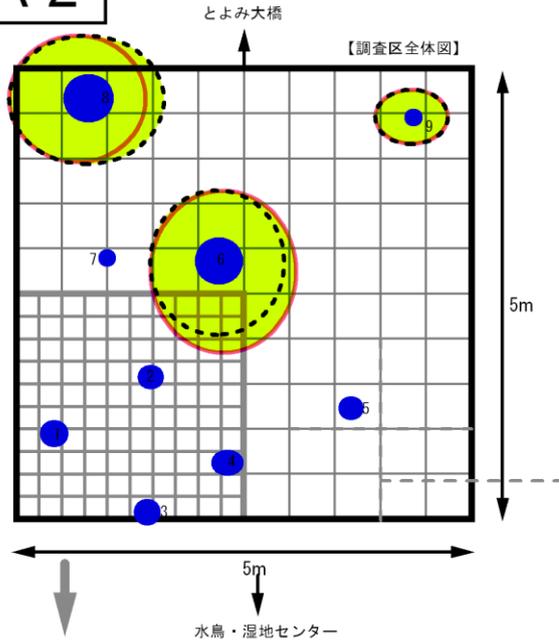
図 4-15 断面位置図(ベルトランセクト3: 爬龍橋上流左岸)

・平成 19 年度に実施したマングローブの拡大予測においては、鉛同位体法による漫湖全体での地盤高の上昇速度と、気象庁の潮位観測結果から得られた平均海面の上昇速度を比較し、前者が卓越することから、浚渫により地盤高が管理されている場所以外は、マングローブ域となると予測されることから、土砂堆積とマングローブの拡大への対応が必要であることがわかった。

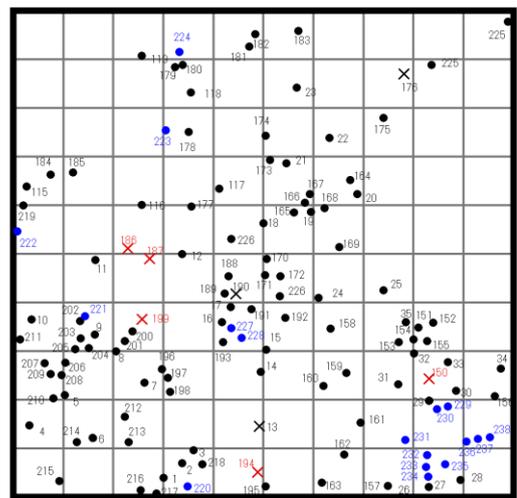


図 4-16 マングローブの回復状況の調査地点

A-2



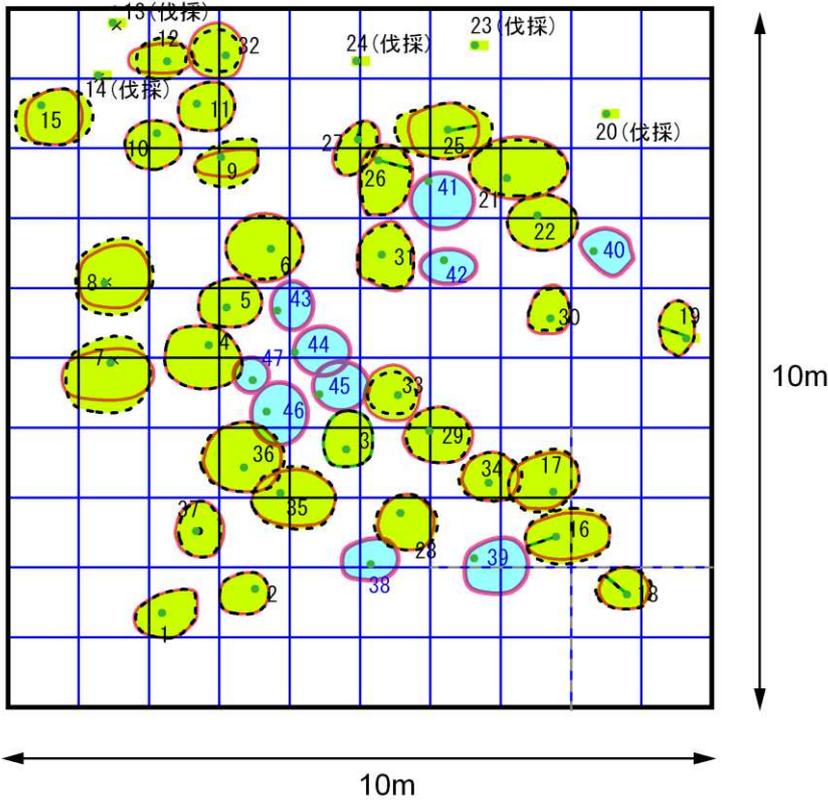
【平成 22 年 9 月】



【平成 23 年 9 月】

・昨年度時点で定着した実生は、活着・生長が進んでいる傾向が見られた。

E-1



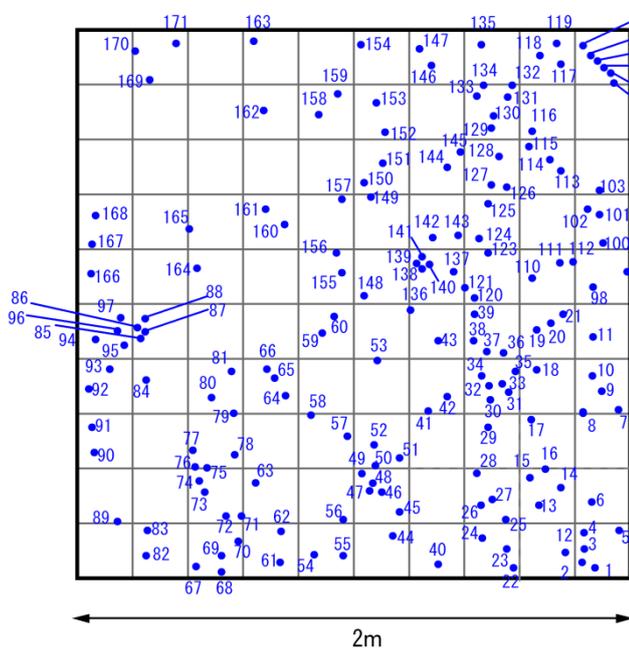
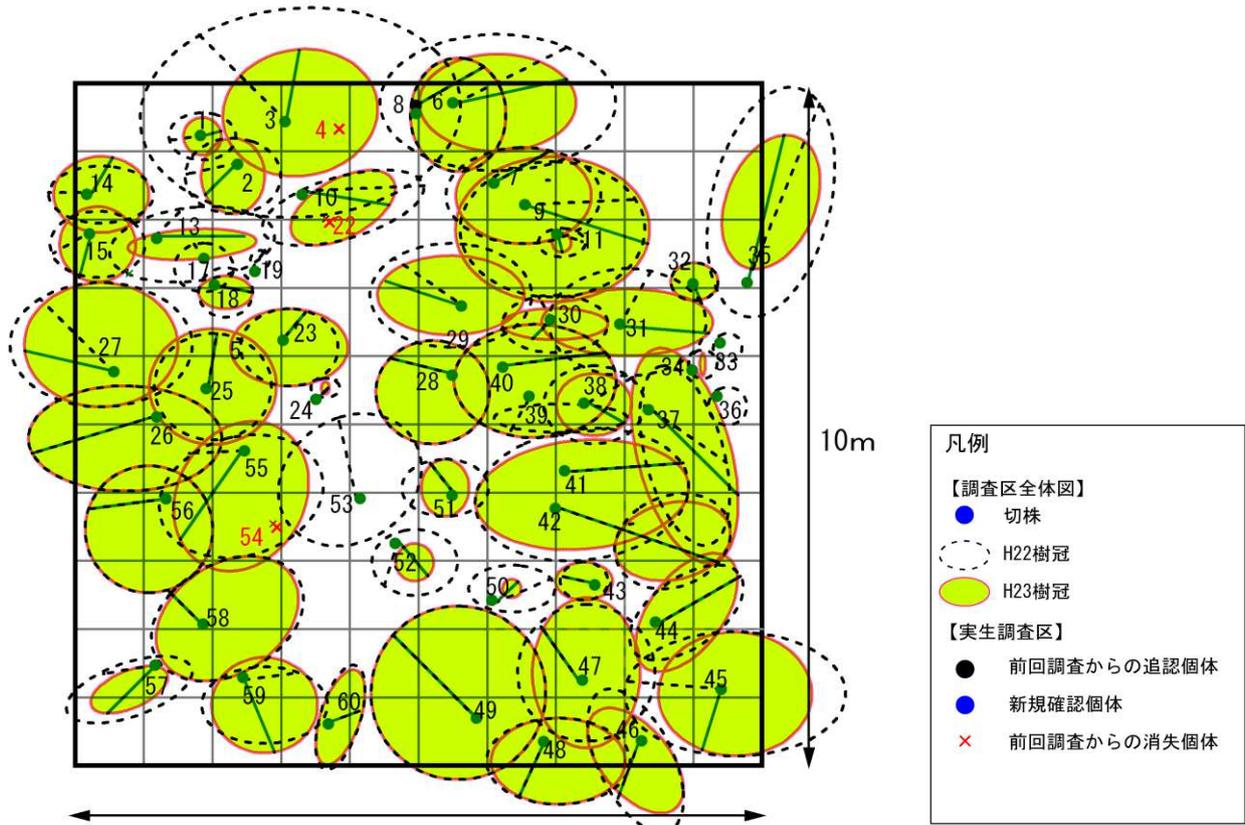
【樹冠投影図：
H22年9月と
H23年9月の
樹冠の変化】

凡例	
【調査区全体図】	【実生調査区】
● 立木位置	● 前回調査からの追認個体
○ (点線) H22樹冠	● 新規確認個体
○ (実線) H23樹冠 (追認)	× 前回調査からの消失個体
○ (実線) H23樹冠 (新規)	

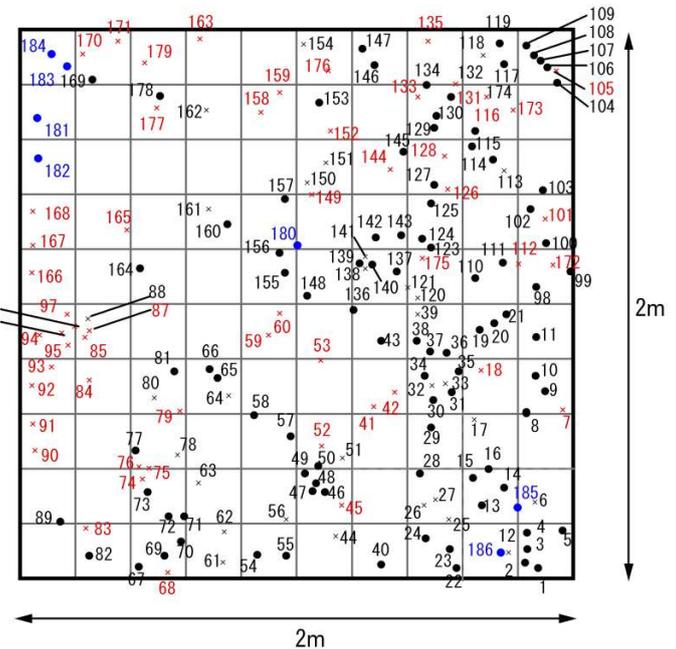
・ 県の伐採試験区では、実生の活着・生長が進み、テーブル状メヒルギの形成がみられた。

F-1

【樹冠投影図：H22 夏季と H23 夏季の樹冠の変化】



【平成 22 年 9 月】

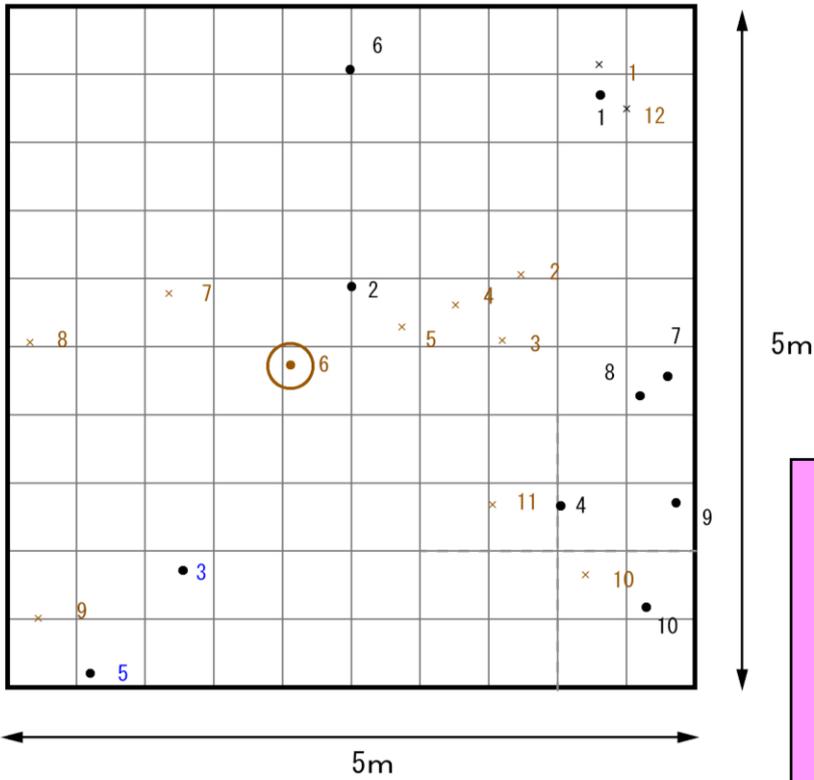


【平成 23 年 9 月】

【実生位置図：H22 夏季と H23 夏季の実生の侵入・生長状況の変化】

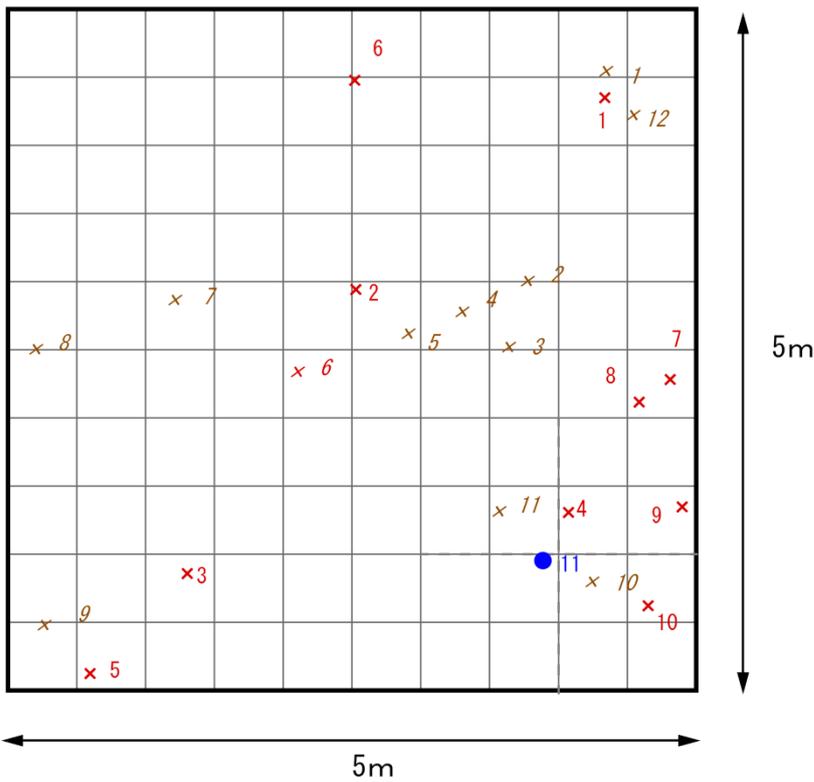
・マングローブ林域中央付近のメヒルギ亜高木林の林床は、昨年度一斉に実生が定着し、本年度は大型台風が襲来したものの、林床のメヒルギ実生のほとんどが残存し、枯死した個体もその個体は残存している等、台風に伴う増水により流亡することはなかった。このことから、一度マングローブが密生すると、洪水によってもその分布域が減少することは稀であることがわかる。

C-1



【平成 22 年 9 月】

・流路沿いでは、昨年度時点で定着した実生は、そのほとんどが流亡・枯死した。
 ・水の流れをコントロールすることで、ヒルギ類の実生の活着・生長しにくい環境を創出できる可能性が再確認された。

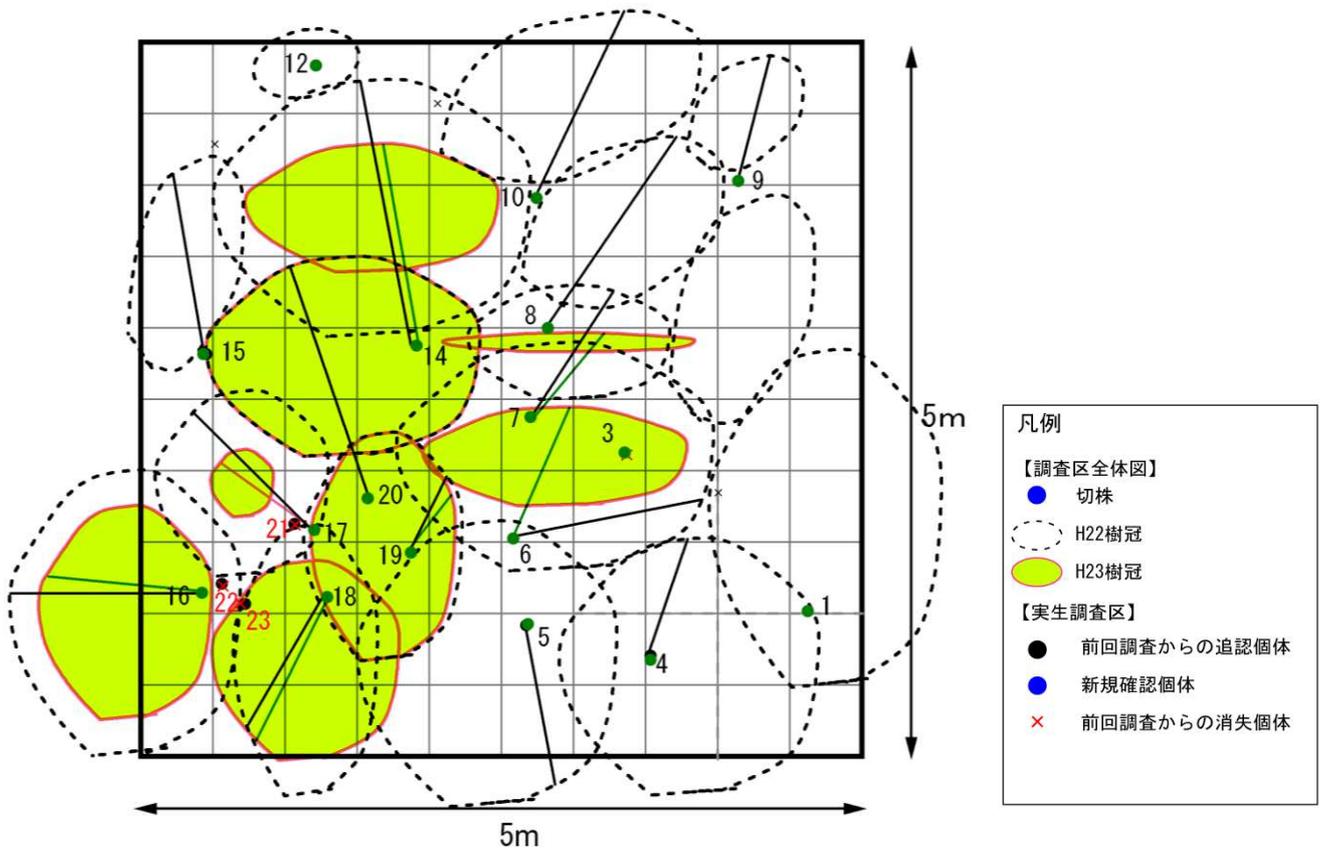


【平成 23 年 9 月】

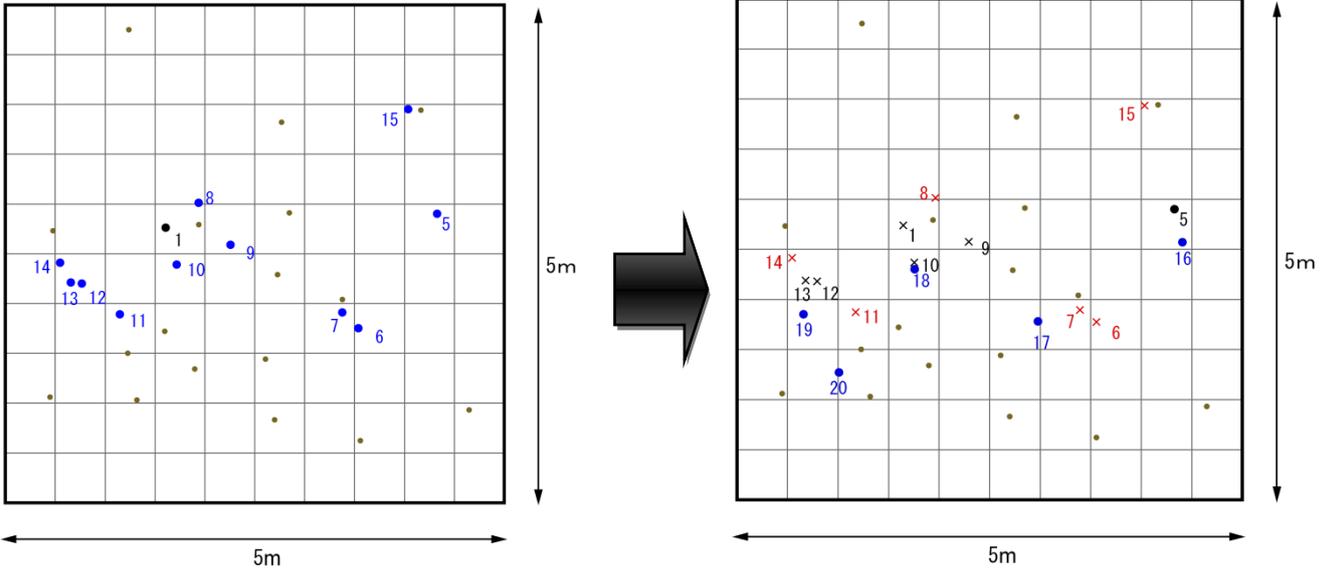
凡例

- H23樹冠
- 前回調査からの追認個体
- 新規確認個体
- 前回調査からの消失個体

G-1



【樹冠投影図：H22 夏季と H23 夏季の樹冠の変化】



【平成 22 年 9 月】

【平成 23 年 9 月】

【実生調査区：H22 夏季と H23 夏季の樹冠の変化】

・平成 23 年 8 月に襲来した大型台風の風の影響により、メヒルギ高木の半数が主幹折れにより樹冠がなくなった。

(5) 土砂堆積やマングローブの定着を抑制するような水の流れ

饒波川に面してマングローブを残した場所の伐採形状は、以下のシミュレーションで得られた知見に基づいて設定した。

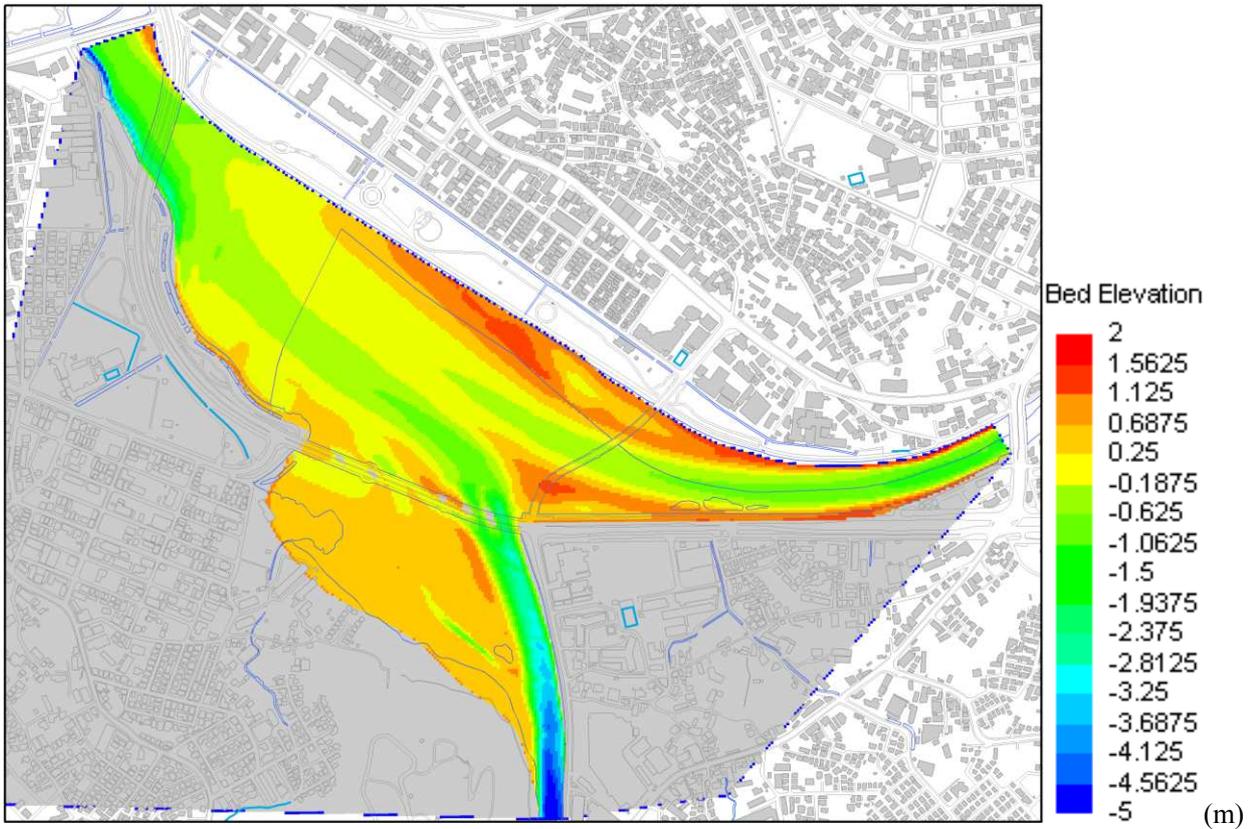


図 4-17 底質移動と流れを連動させてから 108 千秒(30 時間)後の河床地形

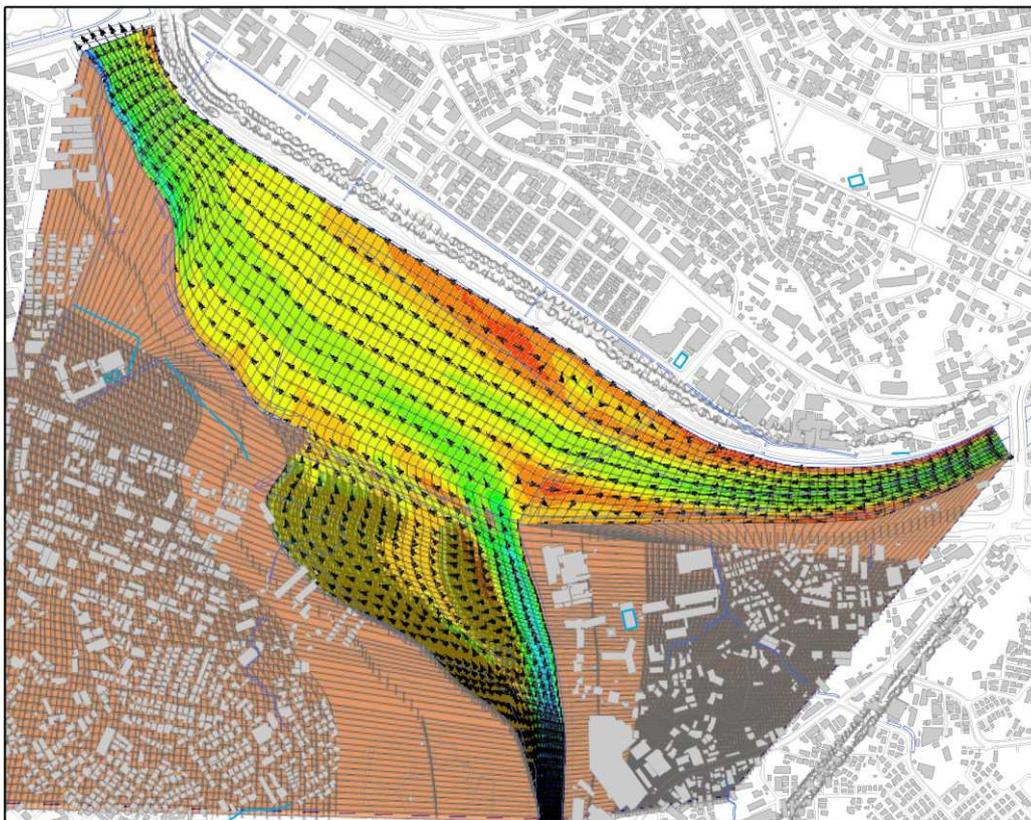


図 4-18 底質移動と流れを連動させてから 108 千秒(30 時間)後の流向ベクトルと河床地形の重合図

・ マングローブ内に水路を通すことで、とよみ大橋北側の土砂堆積を抑制できる見通しが得られた。

(6) マングース

マングースについては、平成 19 年度に捕獲した個体の消化管内から水鳥を含む鳥類の羽が見つかり、水鳥を捕食していることが示唆された。そこで、干潟域においてマングースを低密度に保つために、平成 21～23 年度にマングースの捕獲調査を実施した。

その結果、干潟域に出現するマングースの個体数も減少し、一時は漫湖でみられなくなっていたバンが再び観察されるようになったことから、一定の効果があったと考えられる。今後も継続するにあたり、足跡などのフィールドサインの分布状況や、罾周辺での足跡等にも留意しながら、罾の設置地点を適宜変更していく対応が必要であると考えられる。

表 4-4 平成 19～23 年度との自動撮影調査結果の比較(マングースの確認回数のみ)

月 年度	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	計
H19	—	—	—	18	24	4	46
H20	13	—	14	—	18	—	45
H21	10	—	10	—	3	—	23
H22	8	—	8	—	2	—	18
H23	0	—	—	—	11	—	11

※ —は調査が行われなかったことを示す。

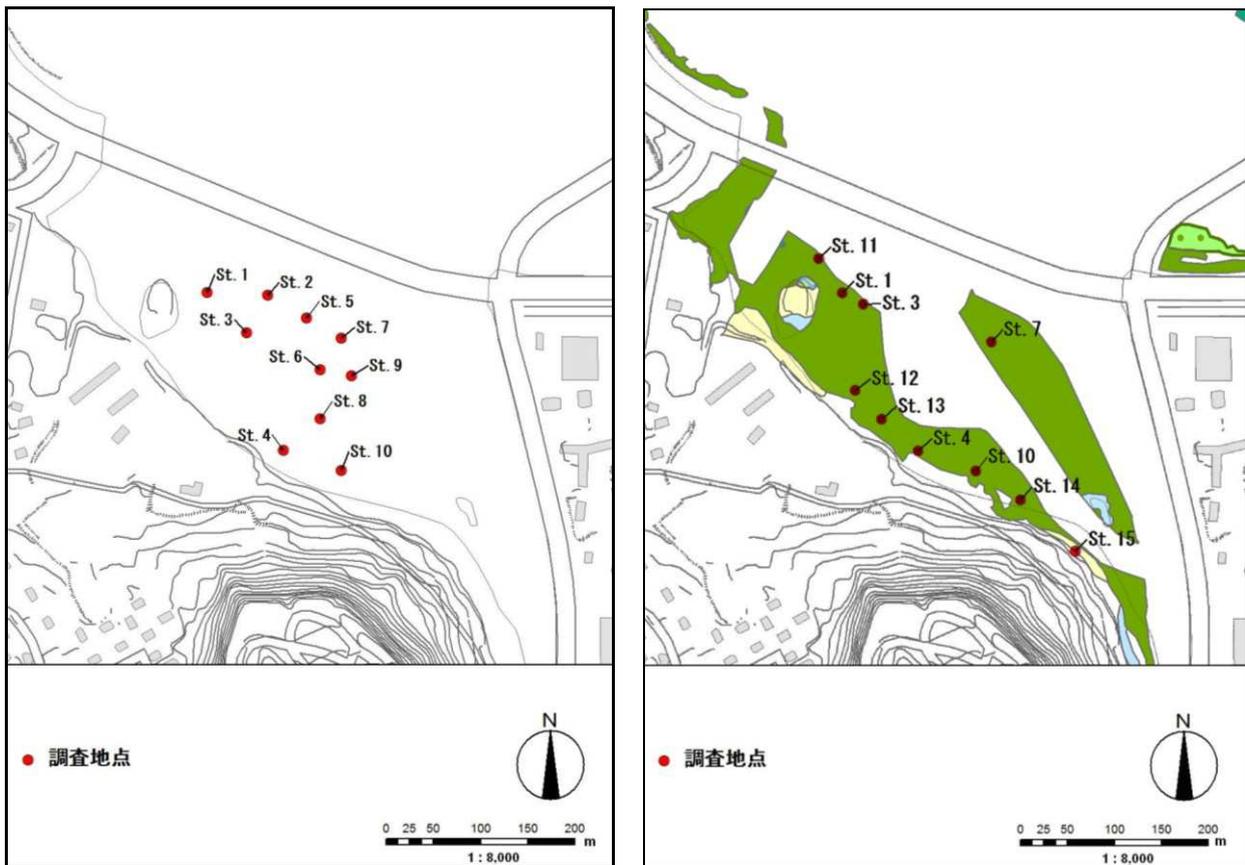


図 4-19 自動撮影調査地点(左:平成 23 年 9 月まで、右:平成 24 年 1 月)

- 9 月の調査結果では、撮影回数は年を経る毎に減少していた。これに対して、1 月では平成 23 年度に増えている(表 4-4)。これは、今年度のマングローブの伐採により、マングースの移動経路が図 4-19 (右)の st.12 から St.15 のラインに対して、平行に移動するようになったために、同一個体が複数回撮影される可能性が高まったことによる影響もあると考えられる。

表 4-5 平成 19～ 23 年度の捕獲調査結果

H22, 23 ワナ地点	H19,21 ワナ地点	H19	H21	H22	H23	計
St.1	St.1	2	0	0	1	3
St.2	St.24	2	0	1	0	3
St.3	St.2	5	0	0	0	5
St.4	St.3	1	0	0	0	1
St.5	St.4	1	1	1	0	3
St.6	St.20	4	0	0	0	4
St.7	St.6	0	1	0	0	1
St.8	St.7	0	1	3	0	4
St.9	St.8	4	0	0	0	4
St.10	St.9	1	2	0	0	3
St.11	St.15	1	0	1	0	2
St.12	St.11	3	0	0	0	3
St.13	St.12	2	1	0	0	3
St.14	St.14	3	0	0	0	3
St.15	—	—	—	0	0	0
St.16	—	—	—	0	0	0
St.17	—	—	—	0	0	0
St.18	—	—	—	2	0	2
St.19	—	—	—	0	0	0
St.20	—	—	—	3	1	4
合計		29	6	11	2	

※1 —はワナを設置していないことを示す。

※2 H19,21 の St.15～24 は H22 に含まれていないことから、表から除いている。

※3 H19 は全 24 地点で調査を行ったが、ここではその後継続調査の対象となった地点のみを示している。
そのため、H19 の捕獲数の表中の合計は H19 年度に実際に捕獲した 32 個体よりも少ない 29 個体となっている。



図 4-20 捕獲調査地点(左:平成 19 年度、右:平成 23 年度)

・また、捕獲調査では、罠設置ラインの両端（漫湖水鳥・湿地センター側と饒波川側）で 1 個体ずつ捕獲されたが、罠周辺で足跡のみ確認されている未捕獲個体がいることから、今後はトラップシャイの個体の存在にも留意して、調査を実施する必要がある。

5. 保全事業における成果と課題の概要

(1) 得られた知見

5 カ年にわたる鳥獣保護区保全事業において把握された、水鳥の保全上の知見は以下のとおりである。

【鳥類】

- 漫湖においては標高 20～30cm に位置する陸化がそれほど進行していない場所は、マングローブを伐採することで、水鳥が採餌環境として利用できるようになることがわかった。
- 標高 30cm を超えて陸化が進行している場所であっても、水鳥湿地センター前の伐採試験区や饒波川左岸の伐採箇所のように、マングローブを伐採することで満潮時の休場として機能するようになることがわかった。
- ただし、今年度創出した、小型のシギ・チドリ類が利用できる満潮時の休場については、今後のモニタリング調査によって検証し、追加対策の必要性についても検討する必要がある。

【底生動物】

- 干潟の陸化により餌となる底生動物相が変化するが、漫湖においては標高 20～30cm に位置する陸化がそれほど進行していない場所では、マングローブを伐採することで、陸化による影響を抑制し、3 年程度で泥干潟の生物相を回復できることがわかった。この場合、根を取り除いても、根を残しても最終的には大きな違いとはならないこともわかった。また、伐採後 5 年程度管理を行わずに放置すると、再びマングローブ林内の生物相に変化しはじめることも確認された。今後、底生動物のモニタリングを継続し、採餌環境の維持・管理の方法について検証し、精度を高める必要がある。
- 標高 30cm を超えて陸化が進行している場所では、マングローブを伐採し、除根あるいは掘り込みにより水がたまりやすい微凹地を創出することで、一時的ではあったが、泥干潟の生物相に近づけることができることがわかった。

【マングローブ】

- 漫湖においては、土砂堆積による地盤高の上昇（＝陸化）が、海水面の上昇速度に勝ることから、土砂堆積とマングローブの拡大への対応が必要であることがわかった。
- 密生したマングローブ域や流れに面していない林縁部においては、台風に伴う増水時個体が消失することはなかったが、流れに面した林縁部では個体が消失することが確認された。増水の発生頻度にも依存するが、水の流れをコントロールすることで、マングローブの拡大を抑制する効果が得られることがわかり、そのために適したマングローブの分布形状についても知見が得られた。

ただし、実際の効果については、マングローブの分布の変化のモニタリングによる検証が必要であり、併せて漫湖で調査されているマングローブの生育状況などのデータを用いて、保全事業の効果を評価する。

【マングース】

- マングースについては年 1 回の捕獲でも、干潟域に出現する個体数を低く保つことができることがわかった。ただし、捕獲の方法については毎年の出現状況をみながら、順応的に対応する必要がある。

(2) 漫湖における保全のための取組み

水鳥の生息環境が漫湖に飛来する水鳥の飛来数減少の主な要因であることと捉え、主に採餌環境の維持を図るために、図 5-1 にて緑で表記した箇所について以下の対策を実施した。

- 泥干潟の採餌環境が残っているマングローブ域におけるマングローブの伐採
- マングローブ後背の土砂が堆積しやすい環境を縮小化するためのマングローブ域の整形伐採
- マングローブ伐採後の稚樹等（実生・萌芽枝を含む）の除去

これと合わせて、マングースの低密度管理を実施し、今後継続していくことを予定している。

なお、同図にて赤で示した急速な土砂堆積の進行については、堆積速度は低下したと考えられるものの、土砂流入自体は継続している。これに対処する方法としては、鳥獣保護区上流域における土砂対策が挙げられる。

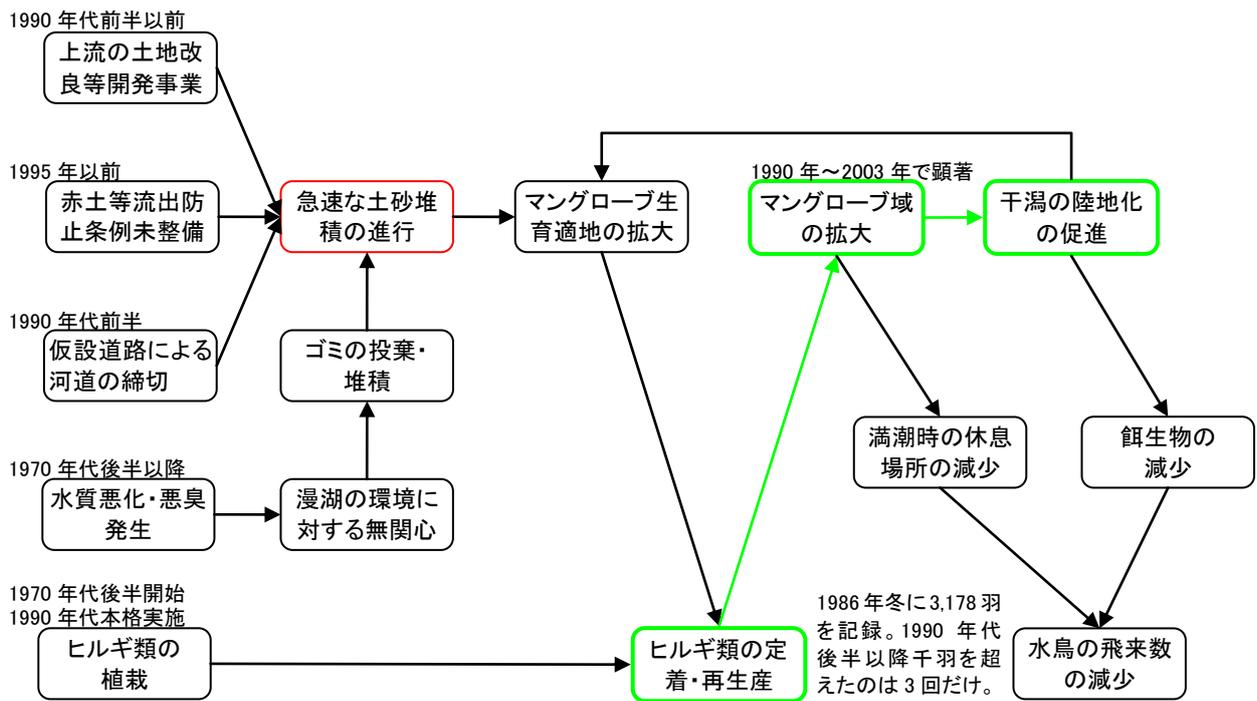


図 5-1 想定する水鳥飛来数減少の構図のうち保全事業において対策を実施した要因

平成23年度国指定漫湖鳥獣保護区における保全事業検討調査業務
5年間の保全事業検討調査業務とりまとめ報告書
平成24年3月

調査発注者：環境省那覇自然環境事務所
〒900-0027 沖縄県那覇市山下町 5-21 沖縄通関社ビル4F

調査受託者：株式会社プレック研究所沖縄事務所
〒900-0021 沖縄県那覇市泉崎 2-3-3

リサイクル適正の表示：ランク外

この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、〈共通事項〉[1]、[4]、〈個別事項〉[2]を満足するよう作成しています。