

球磨盆地における迫耕作放棄田を活用した流出抑制と湿性生物生育場保全に関する基礎研究

熊本大学 新垣俊介・皆川朋子

熊本県立大学 一柳英隆

背景

- 近年気候変動の進行に伴い集中豪雨が増加 ⇒ 流域治水が注目
⇒ ハード・ソフト一体となった防災対策や協働体制の強化が求められている
- 球磨川流域でも令和2年7月豪雨により甚大な被害 ⇒ 緑の流域治水
- 緑の流域治水で注目されている迫田とは？
● 球磨地方の方言で、山間の小さな谷間にある水田のことを指します。全国的には谷津田・谷戸田・谷地田と呼ばれている。



現状

- ✓ 山林から湧水が流入している場所が多くみられ
- ✓ 湿性生物の重要な生息場としての機能が報告
- ✓ 耕作放棄により陸化が進行
- ✓ 湿性生物の生息場として機能低下が危惧



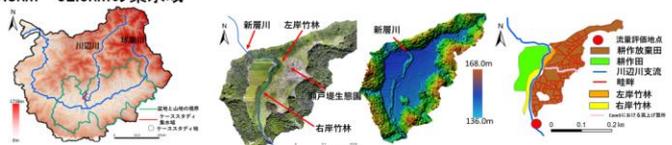
目的

球磨盆地における耕作放棄された迫田における流出抑制と湿性生物の生息場としての機能に着目し、それらの機能の評価と強化策に関する基礎知見を得る

対象地

迫地形の抽出は球磨川
91.8km～52.6kmの集水域

相良村瀬戸堤自然生態園(スタディサイト)
集水面積は3.6km²、放棄田の面積は約20000m²



方法

(1) 迫地形及び耕作放棄田の抽出方法

① TPIによる迫地形抽出

$$TPI = DEMの標高値 - 周辺セルの標高平均値$$

② NDVIを用いて水田と耕作放棄田を分類

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

IR: 近赤外, R: 赤外

(2) ケーススタディサイトの基礎情報取得と流出抑制の強化策の検討

地形測量はUAV (DJI MATRICE 300RTK) を用いて、高密度高精度な三次元点群データ、サーモグラフィ画像 (撮影日2022年12月18日)

数値解析モデルinforworks ICM (Innovyze 社) による数値解析モデルを用いて流出抑制機能の評価と強化策を検討

<概要>

① 河道、排水路における不定流解析モデル

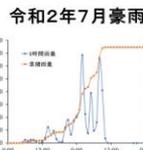
② 地表面氾濫モデル 2次元不定流解析を適用

国土交通省1988年空中写真より畦畔を判別

水田の表現
水田面積 × 畦畔高の貯留量を表現
検討降雨

検討ケース

case	畦畔	防備林	対象降雨
case1 (現状)	現状	現状	
case2	有	現状	1/5.1/10.1/20.1/50
case3	現状	連続境	1/80, 令和2年7月豪雨
case4	現状	左岸なし	
case5	現状	横壁配置	



令和2年7月豪雨
1時間最大雨量68.5mm
累加雨量値410.5mm
5年確率降雨 (262.3mm/d)
10年確率降雨 (308.2mm/d)
20年確率降雨 (342.8mm/d)
50年確率降雨 (360.6mm/d)
80年確率降雨 (386.1mm/d)

結果

(1) 迫地形及び耕作放棄田の抽出方法



① TPIによる迫地形抽出
迫地形として513.0km²が抽出された

② NDVIを用いて水田と耕作放棄田を分類
迫地形98.4%に当たる504.9km²が耕作放棄

迫耕作放棄地において0.3mの高さで貯留できた場合貯水量0.151km³となる

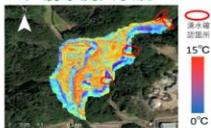
抽出された耕作放棄地の放棄年代を空中写真から確認



1960年代から放棄されはじめ
1970年代が最も多く
2010年代には計504.9km²となった

(2) ケーススタディサイトの基礎情報取得と流出抑制の強化策の検討

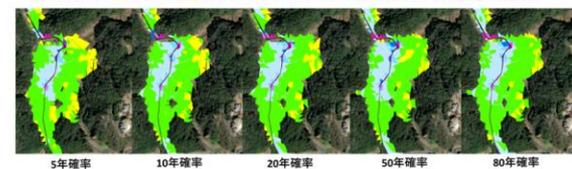
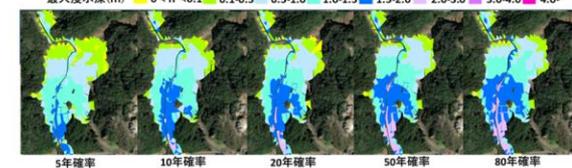
a) 湧水流入状況



- ・ 4ヶ所で湧水が流出していることが確認
- ・ 北側にある地点では温度も高く、多くの湧水の流出が確認

b) 流出抑制強化策の検討

現況の地形データで氾濫計算を行った場合の浸水深・最大流速



- ・ 5年確率降雨により対象サイト及び対岸の耕作田ほぼ全域で冠水
- ・ 最大流速が示されている蛇行部の左岸の堤防は約5m令和2年7月豪雨により欠損

まとめ

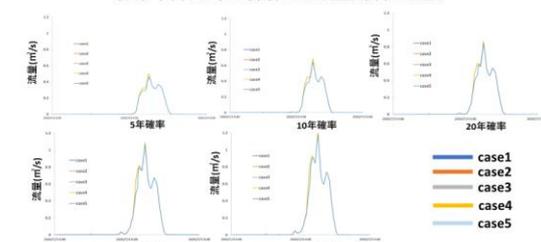
(1) 迫地形及び耕作放棄田の抽出

⇒ 抽出した迫地形513.02km²のうち98.4%に当たる504.98 km²が耕作放棄されていた。

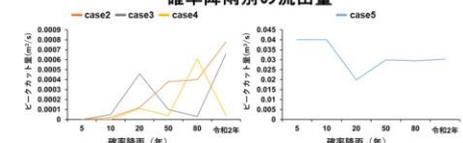
(2) 流出抑制強化策の検討

⇒ スタディサイトは5年確率降雨でほぼ全域が冠水し、降雨規模が大きいほど浸水深の大きいエリアが拡大するが、最大流速に変化なし。⇒ 河川に対して横断方向に畦高を1m嵩上げすることにより、ピーク流量を約2～8%低減させる効果を示した。

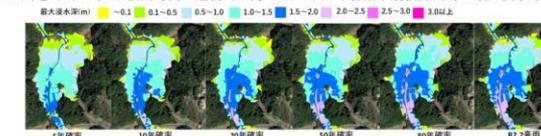
各確率降雨時の新層川の流量 (評価地点)



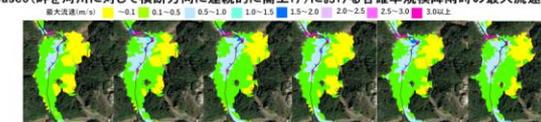
確率降雨別の流出量



Case5 (畔を河川に対して横断方向に連続的に嵩上げ) における各確率規模降雨時の最大浸水深



Case5 (畔を河川に対して横断方向に連続的に嵩上げ) における各確率規模降雨時の最大流速



考察

- ・ 湧水がある場所の近くでは、ハッチョウトンボやホシクサ類などの湧水がある開放的な空間が必要な希少動植物が確認されている



- ・ 上流エリアでは流速が低下により、湿生的な空間を形成する可能性がある
- ・ 氾濫流に含まれる細粒分の堆積が促進され、陸化と植生遷移の進行が促進される可能性がある
- ・ 水田性希少植物の生育環境再生のためには、現在生えている高茎草本の攪乱除去とともに、土砂堆積の管理が生息空間維持のために重要になるだろう

球磨盆地における迫耕作放棄田を活用した流出抑制と湿性生物生息場保全に関する基礎研究

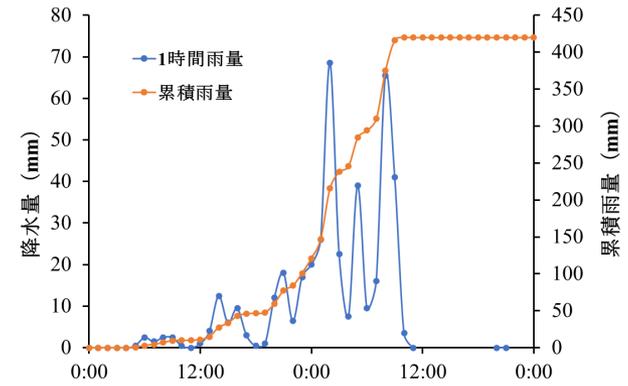
熊本大学 大学院
新垣俊介

背景

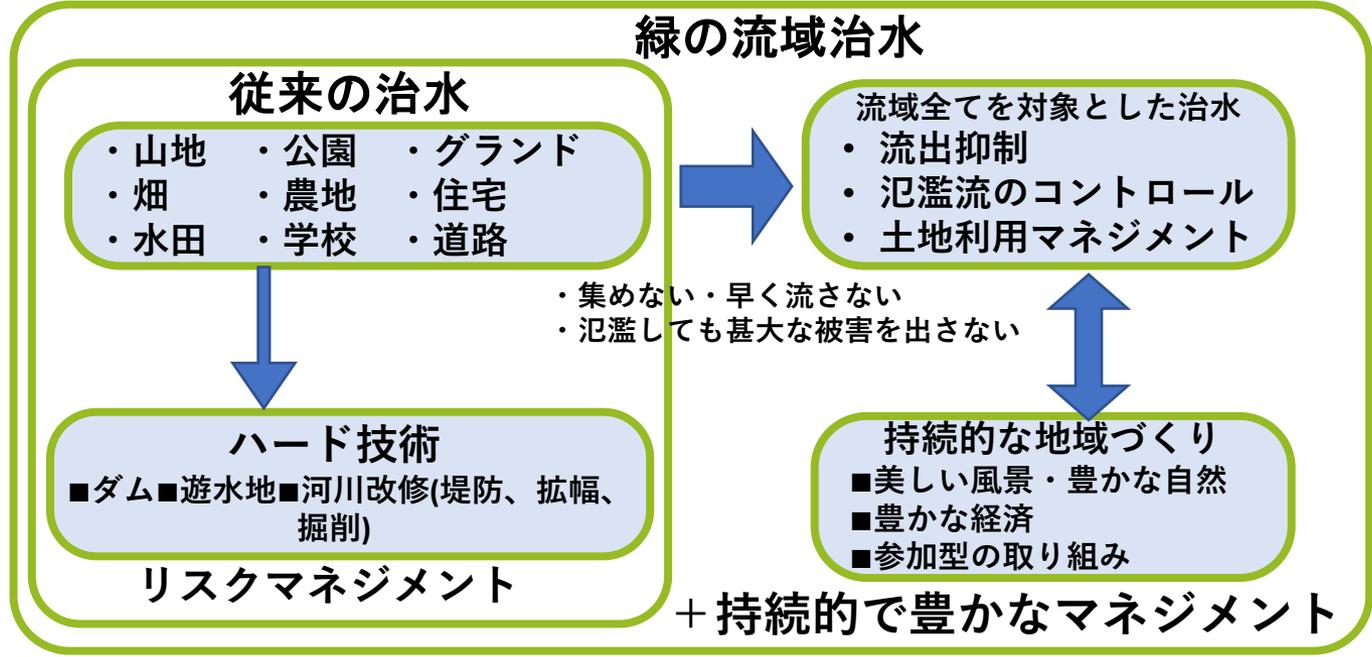
気候変動に伴う甚大な豪雨災害の頻発化が予測される中従来の治水⇒流域治水



令和2年7月球磨川豪雨



流域治水 + 環境保全や持続可能な地域への展開 = 緑の流域治水



■ 迫とは？

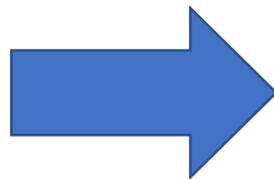
急峻な浸食谷と谷底平野になっている地形球磨地方の方言で、迫と呼ばれている全国的には谷津・谷戸・谷地と呼ばれている

■ 迫田とは？ 迫にある田んぼを迫田と呼んでいる

- ✓ 森林に囲まれていること
- ✓ 自家用米が多く比較的農薬の使用が抑えられていること
- ✓ 湧き水があることが多いこと（常に湿っていたり、農薬が薄まったりする）

近年の問題

- 水田生物の多くが、圃場整備や農薬使用により減少
- 迫田の耕作放棄→陸化の進行





1990年に全ての水田が放棄

1993年に重要種がいるということで
相良村が買い取り保全をスタート

2012年に一柳らによって生物確認

現在
球磨湿地研究会

OECM：MS&ADとの協働

シルバーさんによる年2回の草刈り

◆ 迫田の生物確認種（一柳ら2012）

植物

イチョウウキゴケ

デンジソウ

ヤナギスブタ

オヒルムシロ

ホッスxモ

イヌタヌキモ

脊椎動物

ニホンイシガメ

アカハライモリ

ニホンヒキガエル

ミナミメダカ

昆虫

キイトンボ

ハッチョウトンボ

マルケシゲンゴロウ

シマゲンゴロウ

クロゲンゴロウ

など



河川周辺の耕作放棄水田を洪水管理に役立てるための検討を行い、効果を定量的に評価している（今井ら，2018）

球磨盆地の谷津田（迫田）についても数十から数百aほどの耕作放棄された迫が50以上あるとされて（一柳ら，2018）

治水効果・環境を総合的に評価できていない

印旛沼流域の谷津の耕作放棄田について、治水効果、水質浄化機能及び生物多様性への効果が高める可能性があることを示唆（西廣ら，2018）



定量的に評価されてはいない

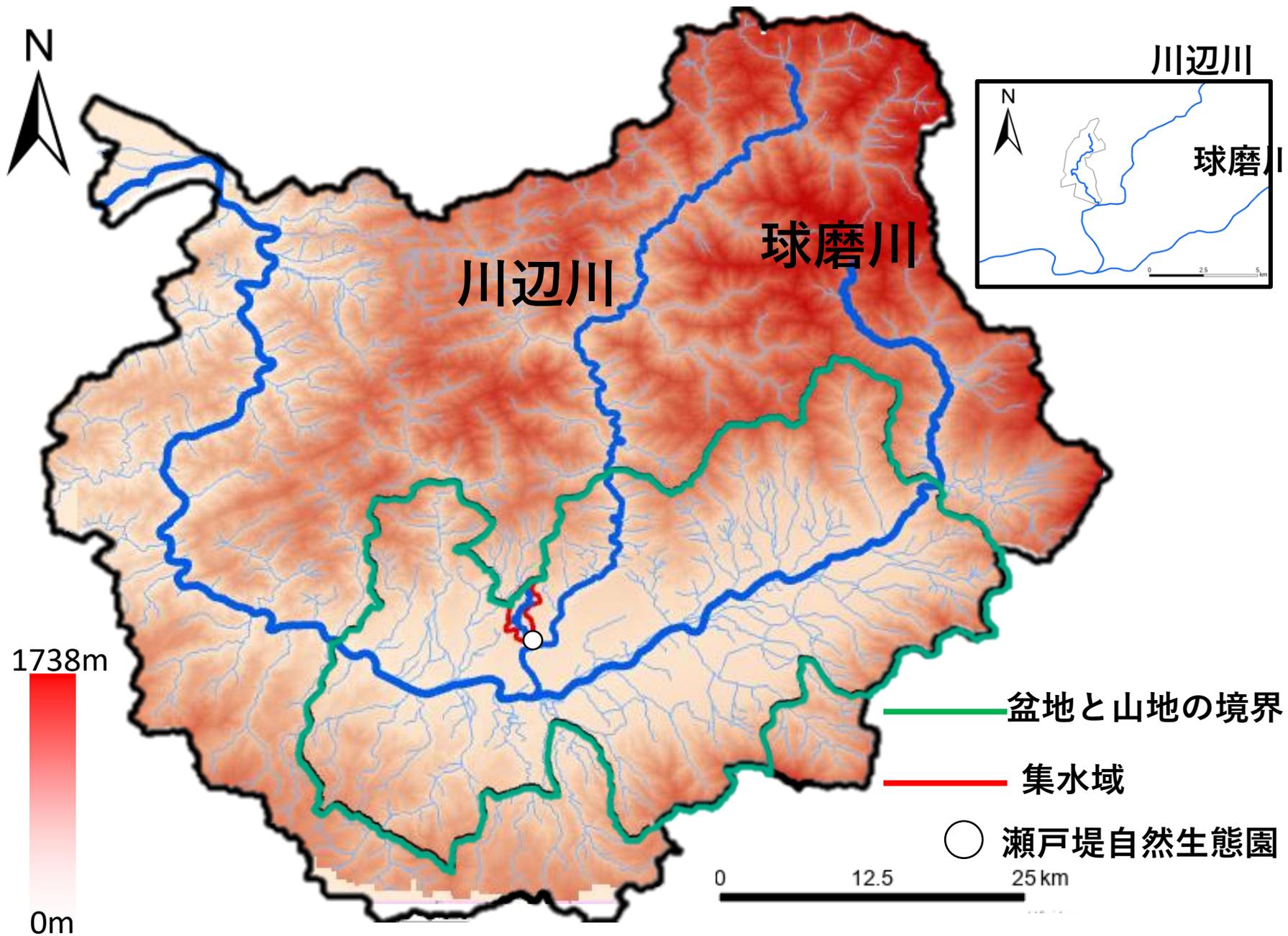


そこで本研究では
球磨川流域にある迫放棄水田を対象に

- ① 迫地形及び耕作放棄田の抽出
- ② ケーススタディサイトの基礎情報取得と流出抑制の強化策の検討

を目的とする

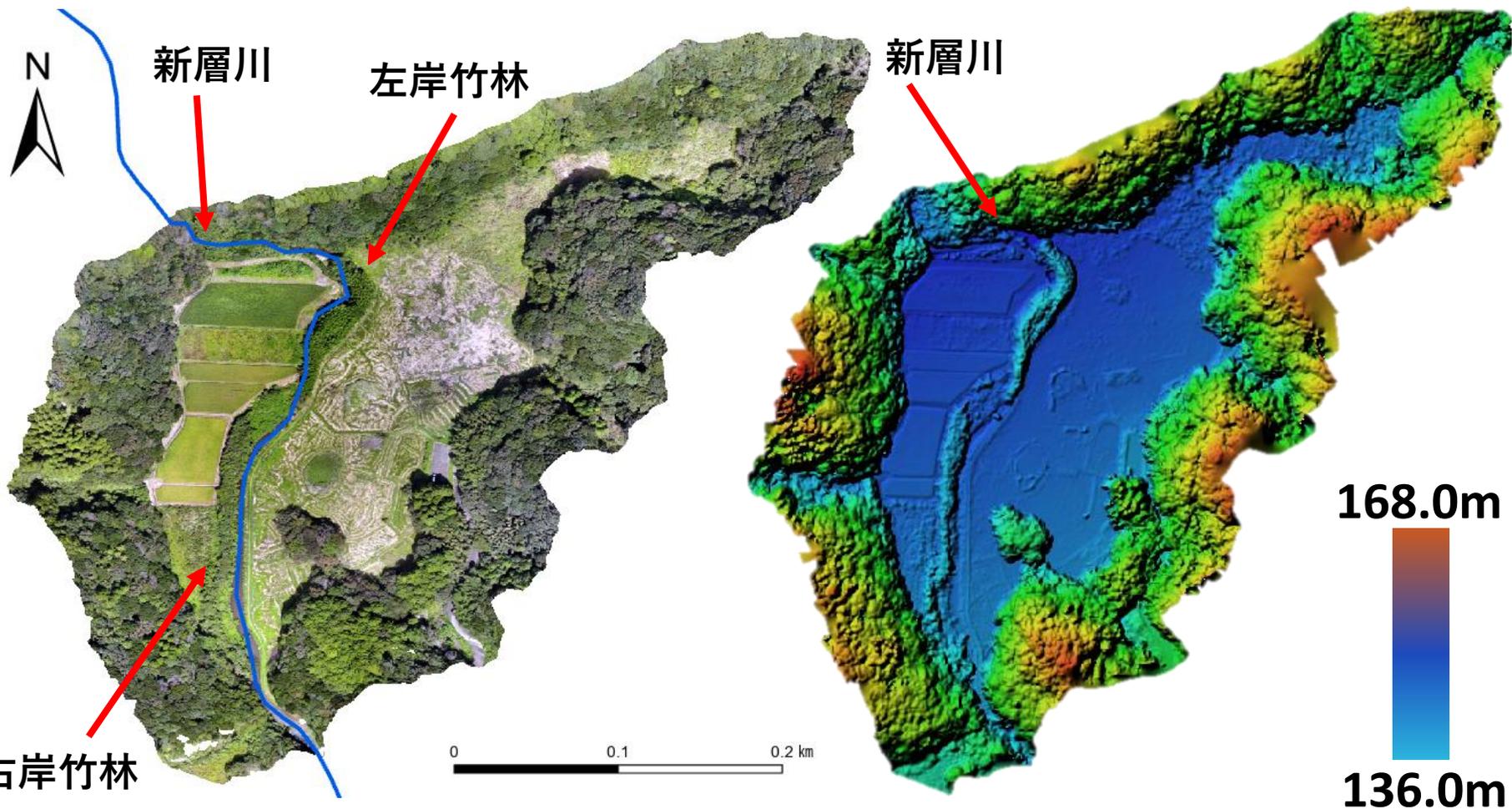
(1) 迫地形及び耕作放棄田の抽出対象地



(2) ケーススタディサイト

瀬戸堤生態園

相良村瀬戸堤自然生態園（スタディサイト）
集水面積は3.6km²，放棄田の面積は約20000m²



168.0m

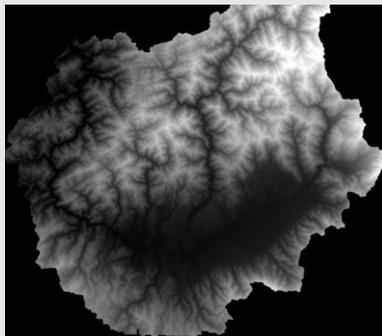
136.0m

1. 迫地形及び耕作放棄田の抽出

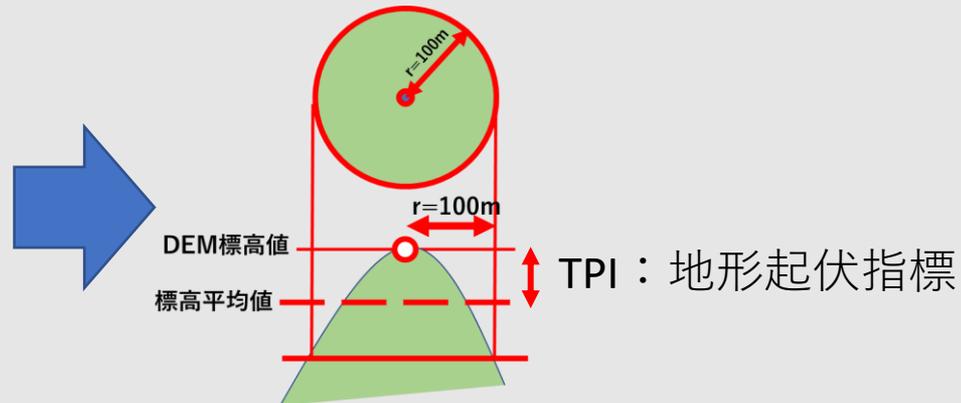
迫地形及び耕作放棄田の抽出方法

① TPIによる迫地形抽出

$TPI = DEM$ の標高値 - 周辺セルの標高平均値



DEM解像度1m



② NDVIを用いて水田と耕作放棄田を分類

NDVI：衛星画像から植生の活性度を算出

⇒NDVI値の差大きい水田 差小さい放棄水田

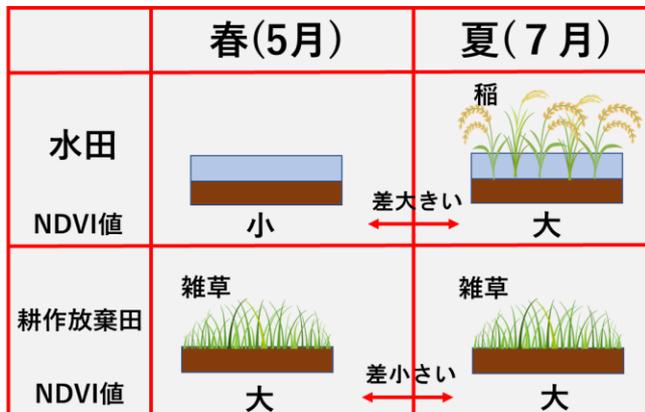
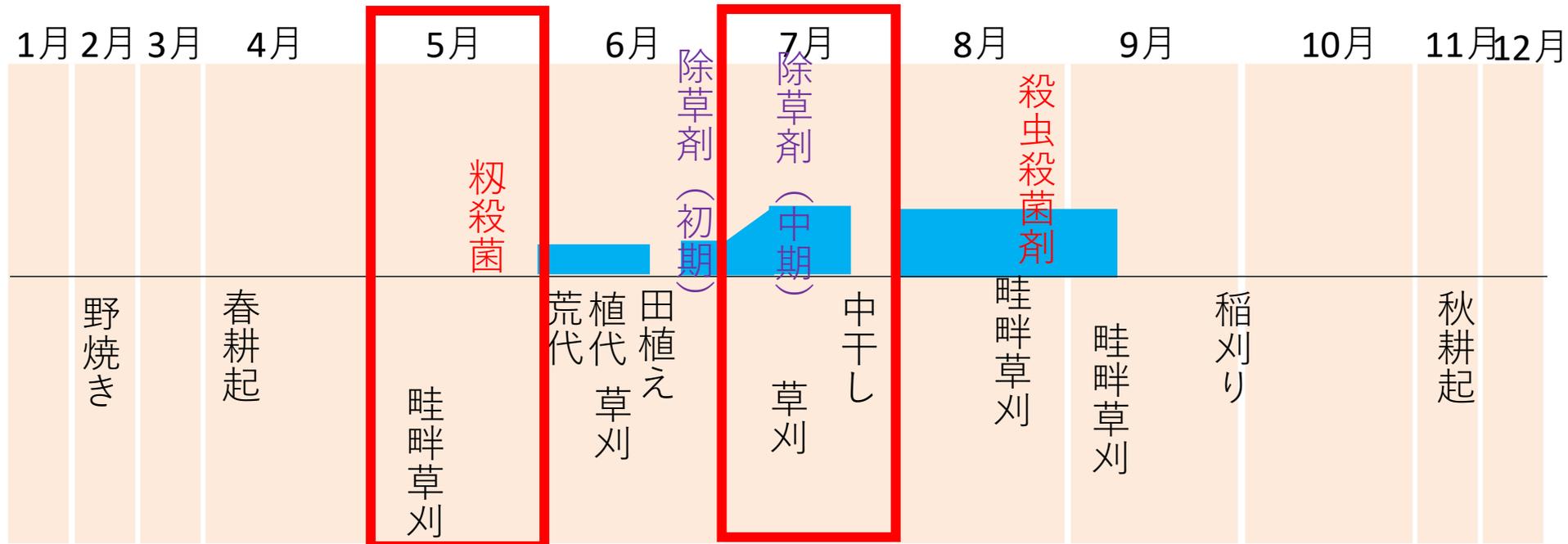
$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R}$$

IR：近赤外， R：赤外

使用データ
・ sentinel-2

	春(5月)	夏(7月)
水田		
NDVI値	小	大
耕作放棄田		
NDVI値	大	大

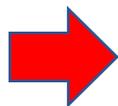
流域内農事暦



本研究では流域内の農事暦より
 春を5月、冬を7月に設定し
 NDVI値の差分から水田と耕作放棄田を分類

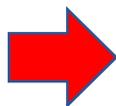
(1) 迫地形及び耕作放棄田の抽出方法

①TPIによる迫地形抽出

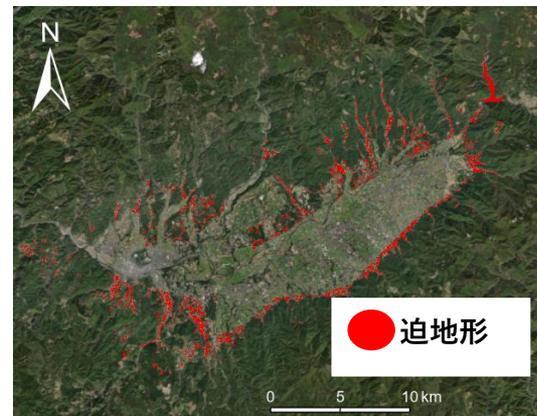


②NDVIで水田と耕作放棄田を分類

迫地形面積513.0km²
が抽出された

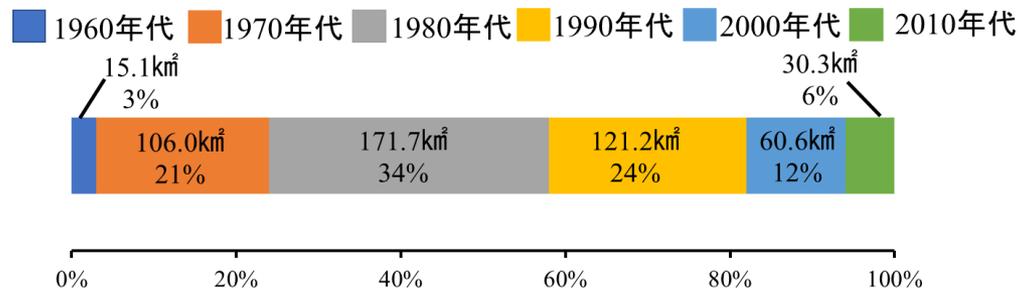
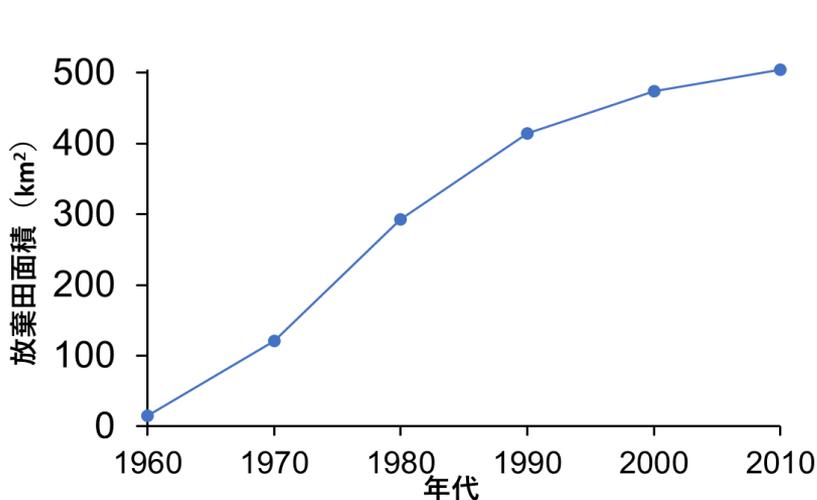


98.4%に当たる
504.9km²が耕作
放棄されていた。



抽出された耕作放棄地において0.3mの高さで貯留できた場合貯水量0.151km³

抽出された耕作放棄地の放棄年代を空中写真から確認



1960年代から放棄されはじめ
1970年代が最も多く
2010年代には計504.9km²となった

2. 湿性生物の生息場機能

a) 湧水流入状況

○ 湧水確認箇所

使用したUAV機器仕様

UAV仕様

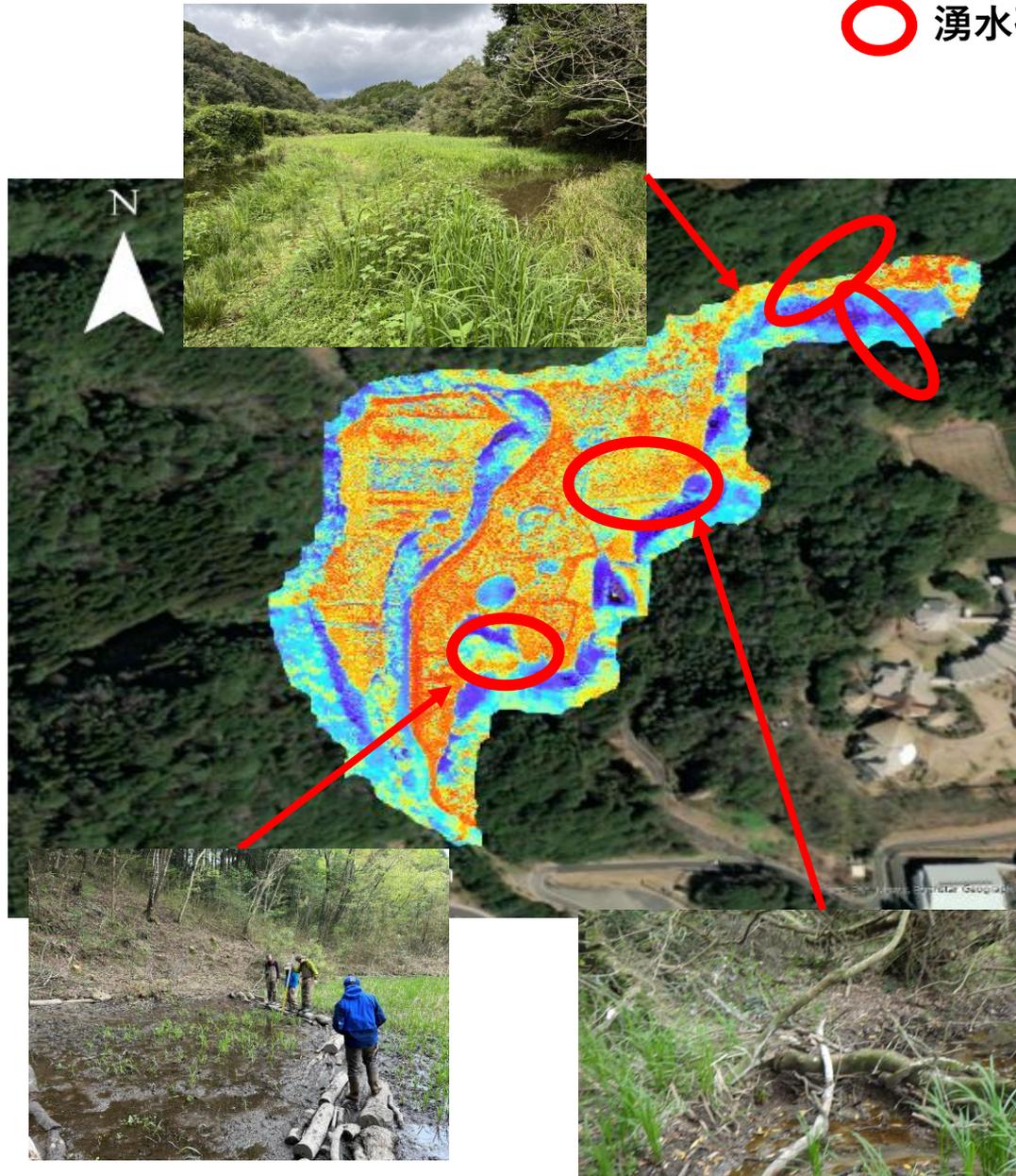
名称	DJI製 MATRICE300 RTK
寸法	810×420×430mm
最大進行速度	23m/s
耐風速	15m/s

サーモカメラ

名称	ZENMUSE H20T
寸法	167×135×161mm
クラス	1 M
波長	905nm
最大レンジ	3~1200m
熱画像撮像装置	非冷却VOxマイクロボロメーター

レーザーカメラ

名称	ZENMUSE L1
寸法	152×110×169mm
ポイントレート	最大480000点/秒
精度	3cm
波長	905nm



方法

数値解析モデルinfoworks ICM (Innovyze 社)による数値解析モデルを用いて流出抑制機能の評価と強化策を検討

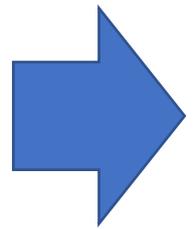
< 概要 >

- ①河道, 排水路における不定流解析モデル
- ②地表面氾濫モデル
2次元不定流解析を適用

国土交通省1988年空中写真より畦畔を判別



水田の表現

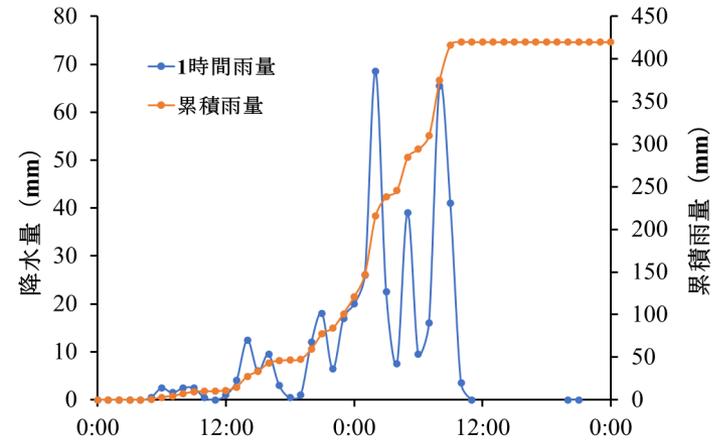


水田面積 × 畦畔高
の貯留量を表現

検討ケース

case	畦畔	防備林	対象降雨
case1(現状)	現況	現況	1/5,1/10,1/20,1/50 1/80,令和2年7月豪雨
case2	有	現況	
case3	現況	連続堤	
case4	現況	左岸なし	
case5	現況	横堤配置	

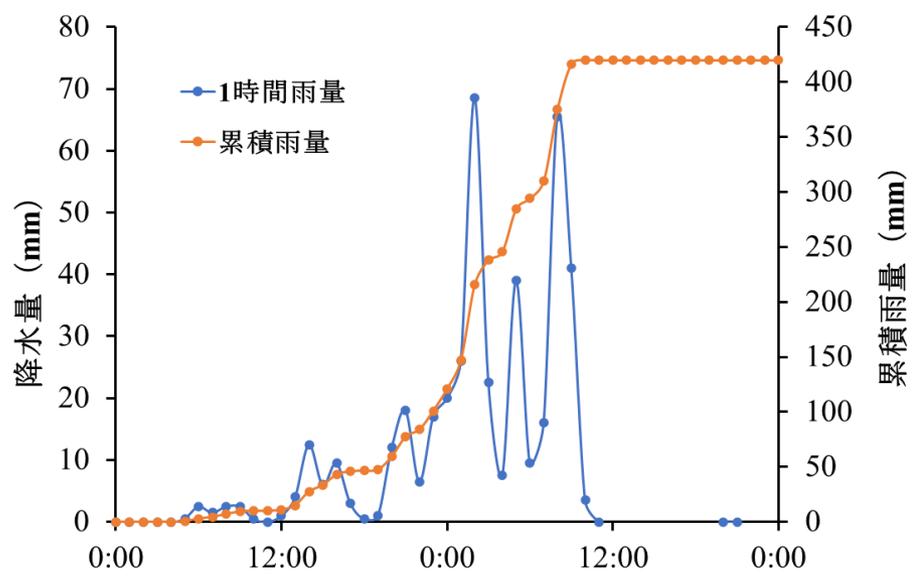
令和2年7月豪雨



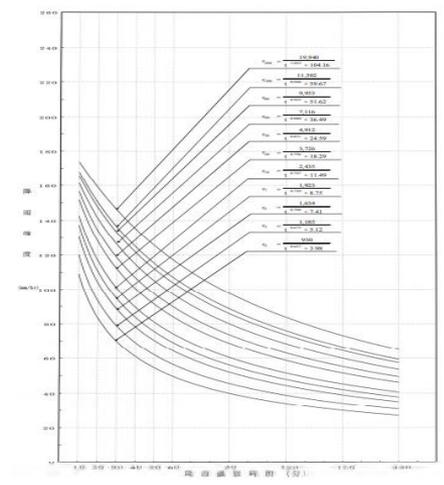
検討ケース・降雨パターン

検討ケース	畦畔	樹林帯（竹林）
Case1（現況）	現況	現況
Case2	1988年当時	現況
Case3	現況	欠損部補充
Case4	現況	左岸側なし
Case5	1988年当時＋一部畔を河川に対して横断方向に嵩上げ（1m）	

令和2年7月豪雨



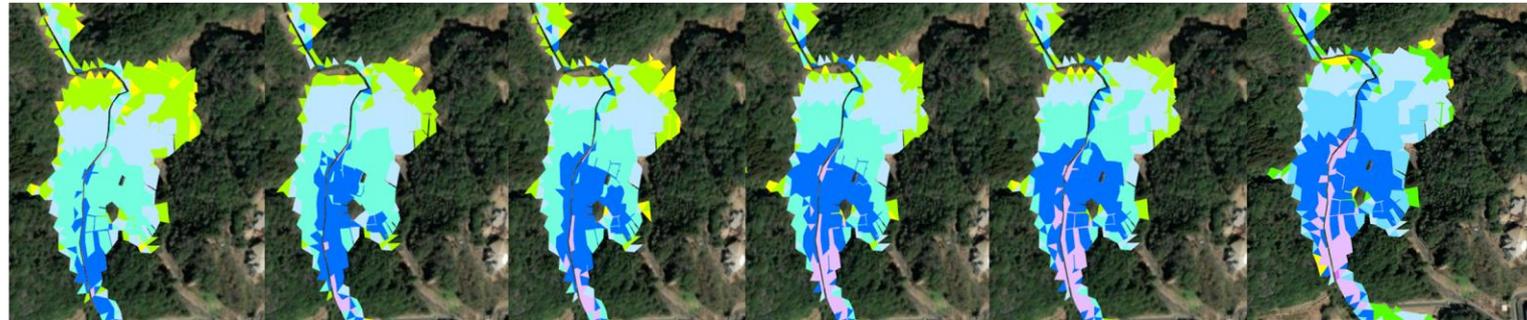
確率降雨強度曲線（熊本県HPより）



5年・10年・30年・50年・80年
を対象に解析

現況の地形データで氾濫計算を行った場合の浸水深・最大流速

最大浸水深(m) 黄色 ~0.1 緑 0.1~0.5 水色 0.5~1.0 青 1.0~1.5 濃青 1.5~2.0 紫 2.0~2.5 桃 2.5~3.0 赤 3.0以上



5年確率

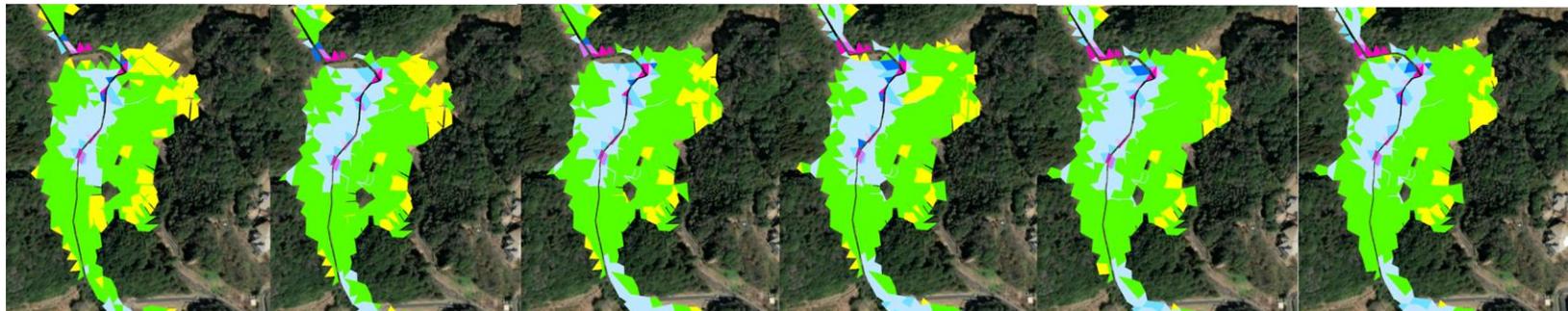
10年確率

20年確率

50年確率

80年確率

R2.7豪雨



5年確率

10年確率

20年確率

50年確率

80年確率

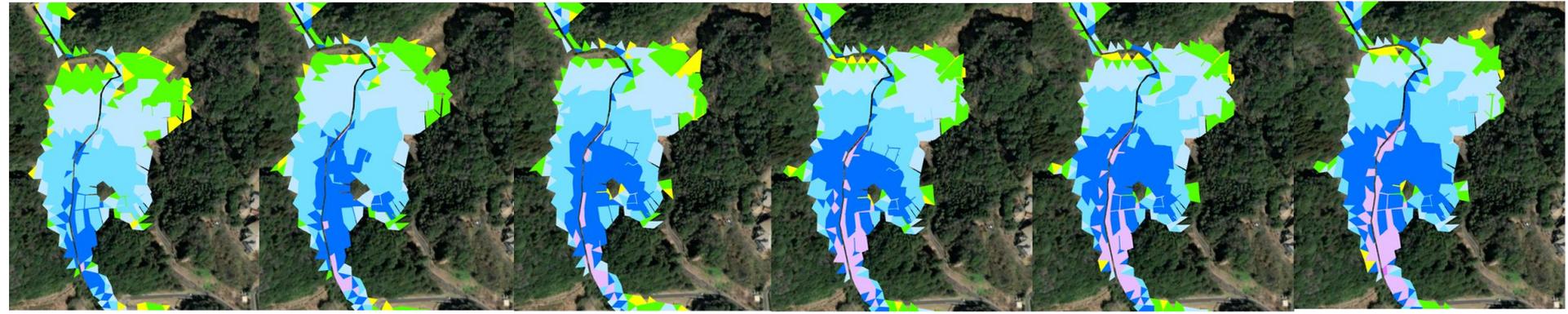
R2.7豪雨

最大流速(m/s) 黄色 ~0.1 緑 0.1~0.5 水色 0.5~1.0 青 1.0~1.5 濃青 1.5~2.0 紫 2.0~2.5 桃 2.5~3.0 赤 3.0以上

- 5年確率降雨によりほぼ全域で冠水
- 最大浸水深は下流側で1.5~2m, 80年確率では約50%の領域で浸水深が1.5~
- 最大流速は河川上流の蛇行部で2.5m/s以上と大きいが, 対象地では0.5m/s以下であり, 氾濫流による地面の攪乱は大きくないと考えられた。
- 現在, 最大流速が示されている蛇行部左岸の堤防は約5m欠損しており, 令和2年7月豪雨によるものと考えられた。

Case2

最大浸水深



5年確率

10年確率

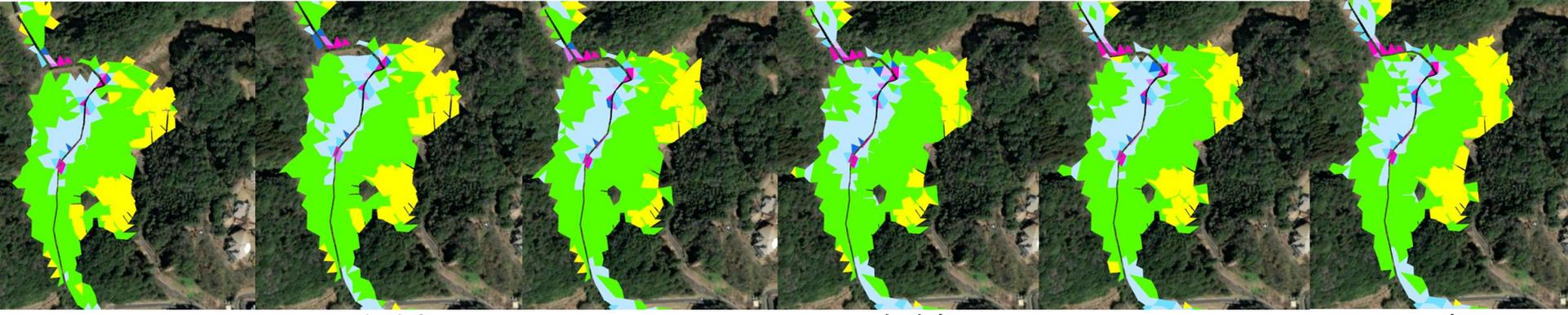
20年確率

50年確率

80年確率

R2.7豪雨

最大流速



5年確率

10年確率

20年確率

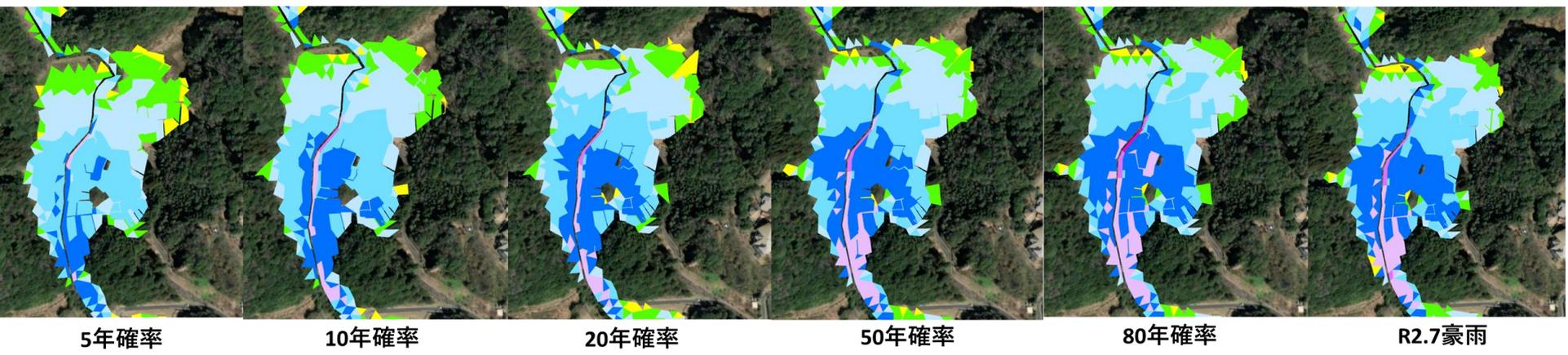
50年確率

80年確率

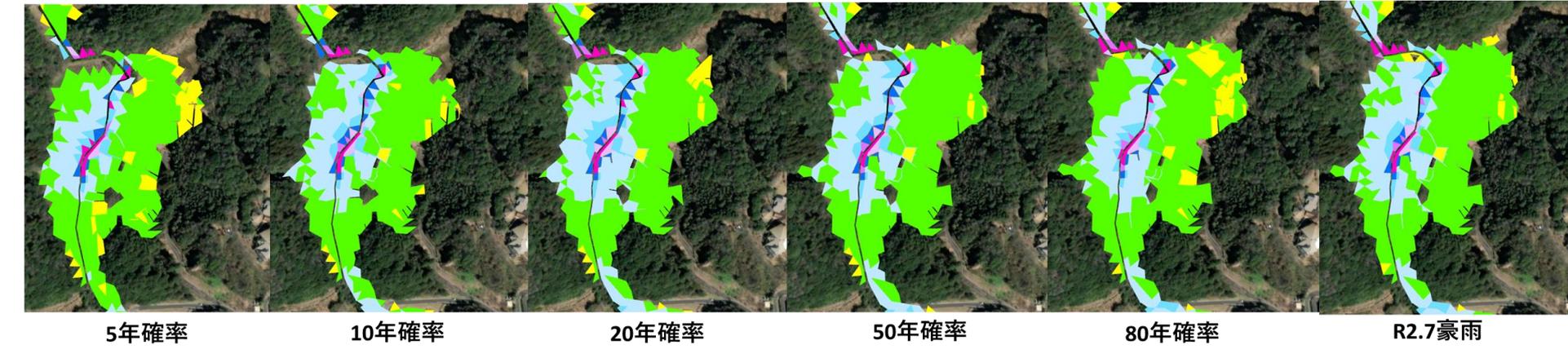
R2.7豪雨

Case3

最大浸水深

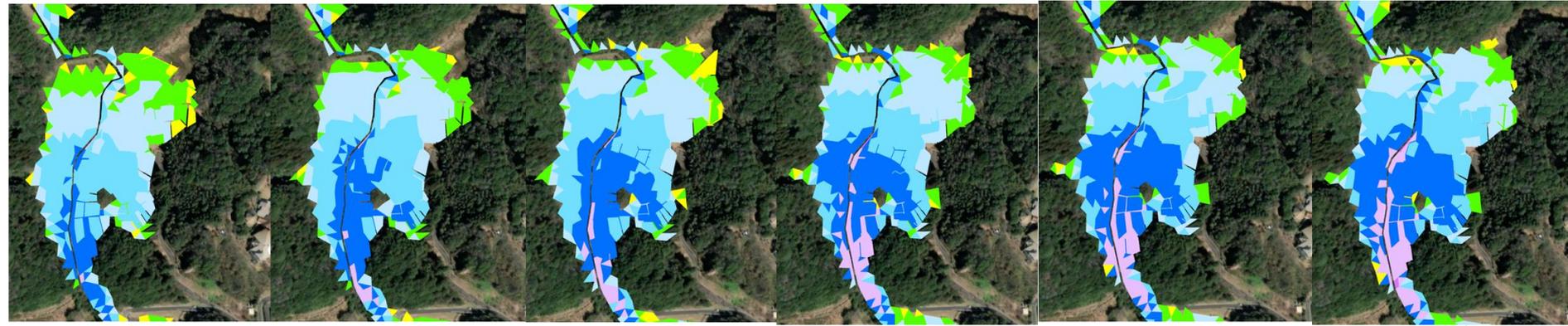


最大流速



Case4

最大浸水深



5年確率

10年確率

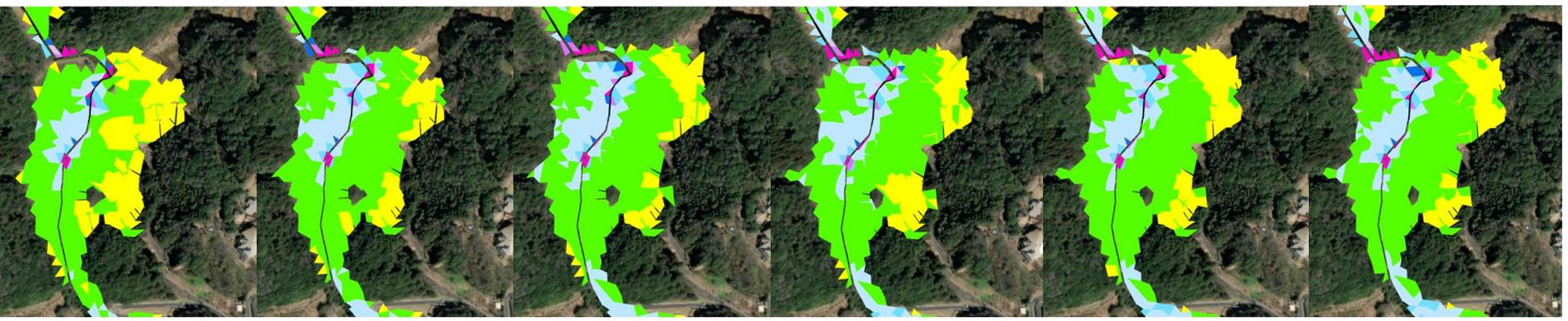
20年確率

50年確率

80年確率

R2.7豪雨

最大流速



5年確率

10年確率

20年確率

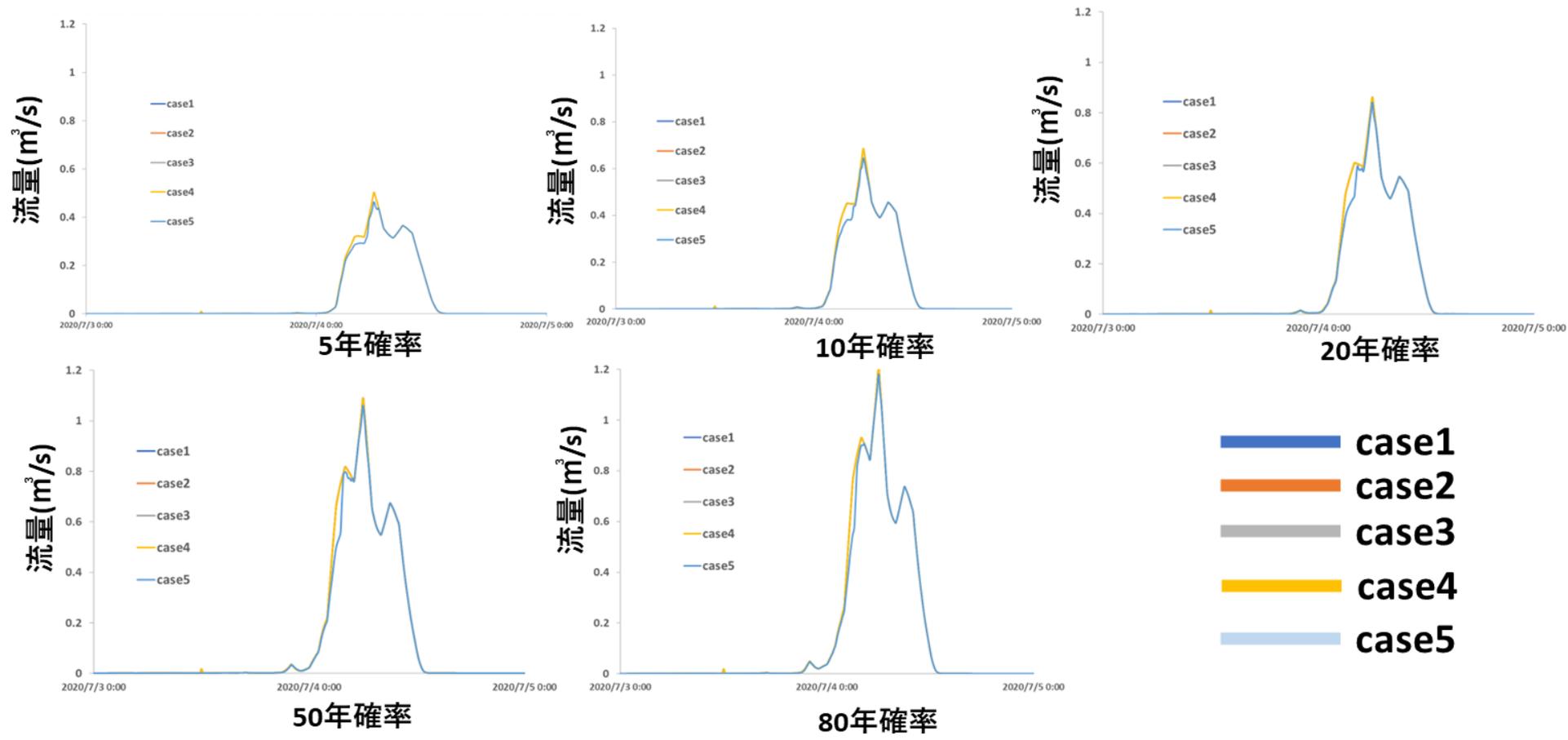
50年確率

80年確率

R2.7豪雨

各確率降雨時の各検討ケースにおける新層川流量

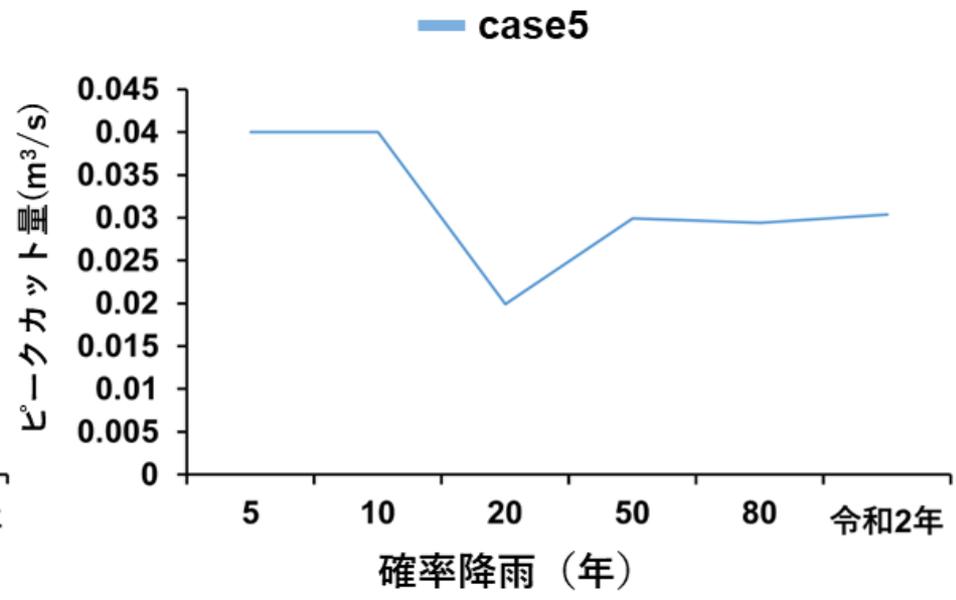
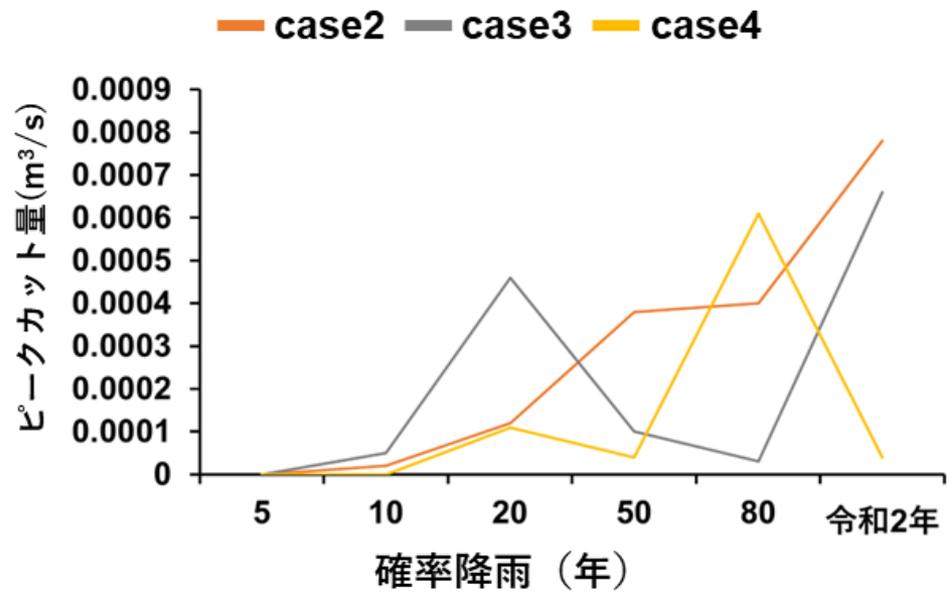
検討ケース	畦畔	樹林帯（竹林）
Case1（現況）	現況	現況
Case2	1988年当時	現況
Case3	現況	欠損部補充
Case4	現況	左岸側なし
Case5	1988年当時＋一部畔を河川に対して横断方向に嵩上げ（1m）	現況



ピークカット

確率降雨別の流出量

ピークカット量 = Case1 - 各ケース



Case2~4においては

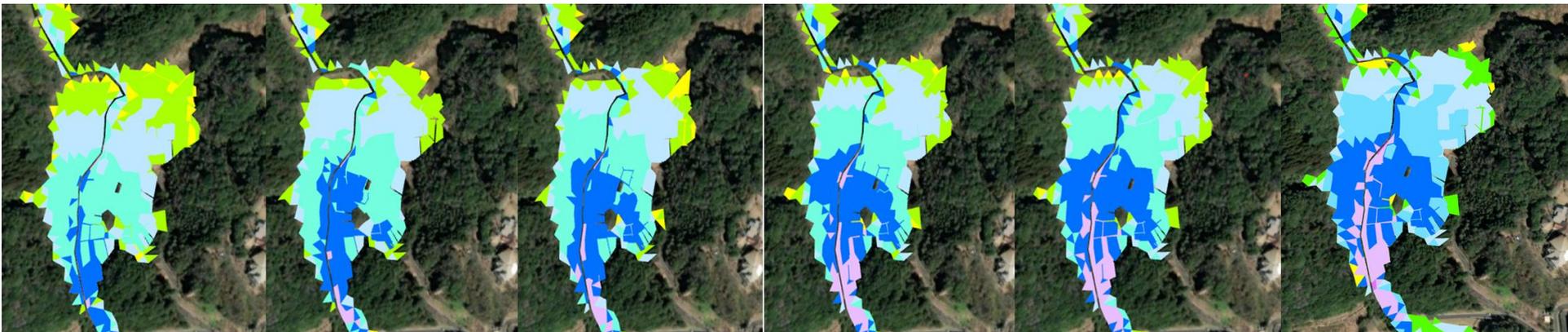
- ピークカット量はごくわずか

Case5においては

- 5年確率降雨では約0.04 m³/s, 80年確率降雨では0.03 m³/sのピークカット
- Case1に対するピークカット率は約2~8%であった

Case1との最大浸水深の比較

最大浸水深(m)  ~0.1  0.1~0.5  0.5~1.0  1.0~1.5  1.5~2.0  2.0~2.5  2.5~3.0  3.0以上



5年確率

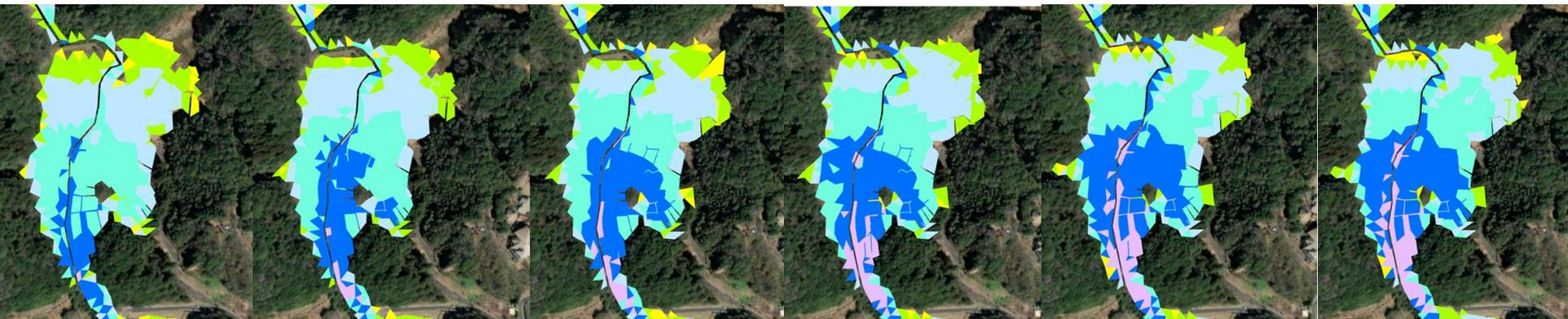
10年確率

20年確率

50年確率

80年確率

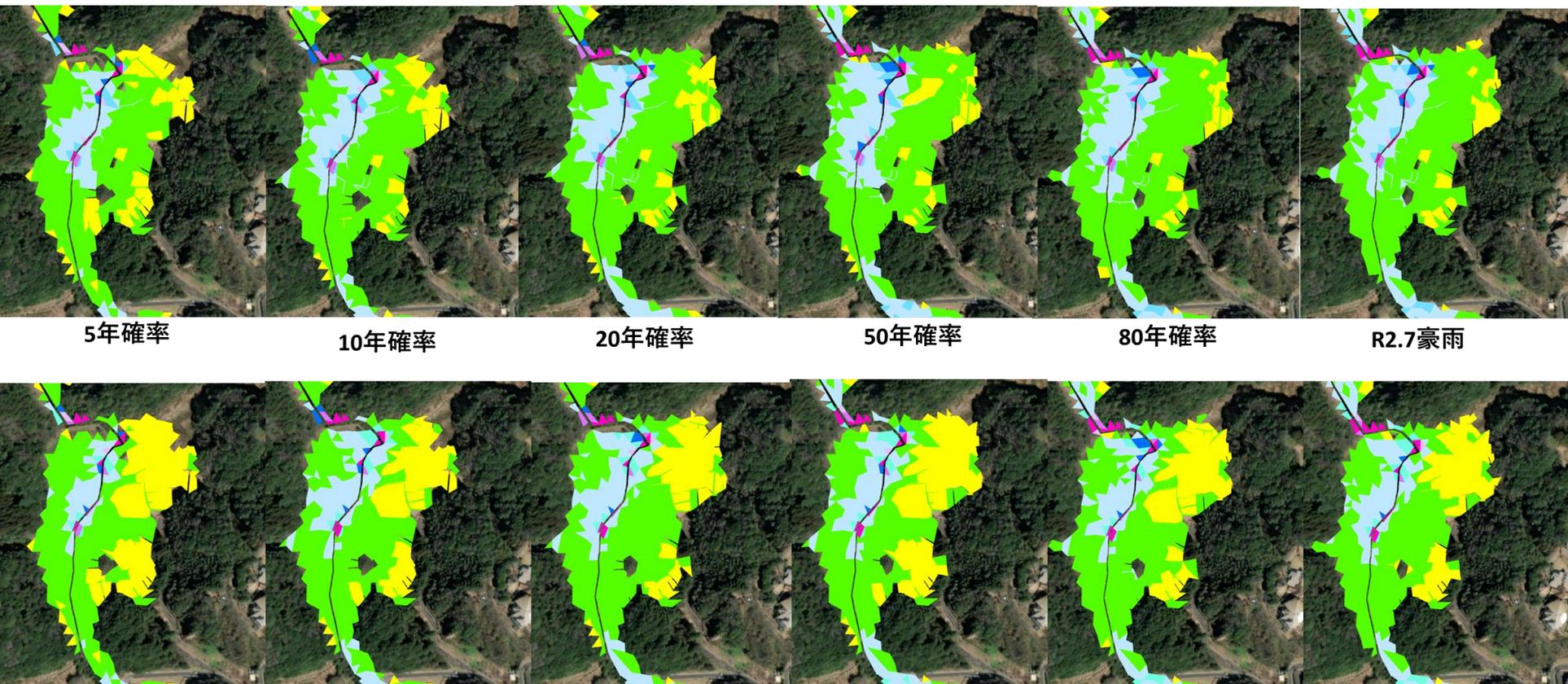
R2.7豪雨



最大水深に顕著な違いはみられない

Case1との最大流速の比較

最大流速(m/s)  ~0.1  0.1~0.5  0.5~1.0  1.0~1.5  1.5~2.0  2.0~2.5  2.5~3.0  3.0以上



最大流速は対象サイト上流において0.1~0.5m/sであったエリアが0.1m/s以下に低減

湿性生物生息場保全・再生にむけた課題

- 湧水がある場所の近くでは、ハッチョウトンボやホシクサ類などの湧水がある開放的な空間が必要な希少動植物が確認されている



ハッチョウトンボ



ヤナギスプタ



ホツモ



オヒルムシロ?



イヌタヌキモ(花)



デンジソウ

→ 現在確認できていない

- 上流エリアでは流速が低下により、湿生的な空間を形成する可能性がある
- 氾濫流に含まれる細粒分の堆積が促進され、陸化と植生遷移の進行が促進される可能性がある。
- 水田性希少植物の生育環境再生のためには、現在生えている高茎草本の攪乱除去とともに、土砂堆積の管理が生息空間維持のために重要になるだろう

まとめ・今後の課題

(1) 迫地形及び耕作放棄田の抽出

- 抽出した迫地形513.02km²のうち98.4%に当たる504.98 km²が耕作放棄されていた。

(2) 流出抑制強化策の検討

- スタディサイトに関しては5年確率降雨においてほぼ全域が冠水し、降雨規模が大きいほど浸水深の大きいエリアが拡大するが、最大流速の増加はみられなかった。
- また、畦畔を活用して河川に対して横断方向に連続的に畔高を1m嵩上げすることにより、ピーク流量を約2~8%低減させる効果をもたせることができる可能性を示した。

今後の課題：

得られた知見を踏まえ、流出抑制と生物多様性の保全が両立する整備について検討し実装を進める予定

ご清聴ありがとうございました

