

# 阿蘇をモデル地域とした地域循環共生圏の構築と 創造的復興に関する研究

プロジェクトリーダー・テーマ1リーダー：島谷幸宏（九州大学）  
テーマ2リーダー：市川勉（東海大学）  
テーマ3リーダー：一ノ瀬友博（慶應義塾大学）

# 背景と目的

発生

2012年7月北部九州豪雨  
2016年4月熊本地震

- 人命・財産に大きな被害
- 自然環境と生態系サービスに影響、暮らしや産業に影響
- 生態系サービスの復活や活用は地域の復興に不可欠
- 平常時の自然の管理状態や土地利用が、災害の発生や被害の大きさを左右する可能性（緩衝空間として里地里山）

→生態系と自然災害には様々な関係性

単純な原状復旧ではなく、将来の発展につながる  
「創造的な復興」

地域循環共生圏のコンセプトに基づき、生態系サービスを地域の活性化や減災などに活用した創造的復興の検討  
「阿蘇地域の創造的復興に向けた地域循環共生圏の構築に関する協定」  
(環境省・熊本県・東海大学、2018年1月17日締結)

- 生態系と自然災害の関係性を明らかにするとともに、地域住民と自然との関わりを踏まえて生態系サービスを活用した具体的な復興策を地域と一緒に検討するプロセスを明らかにすることが必要

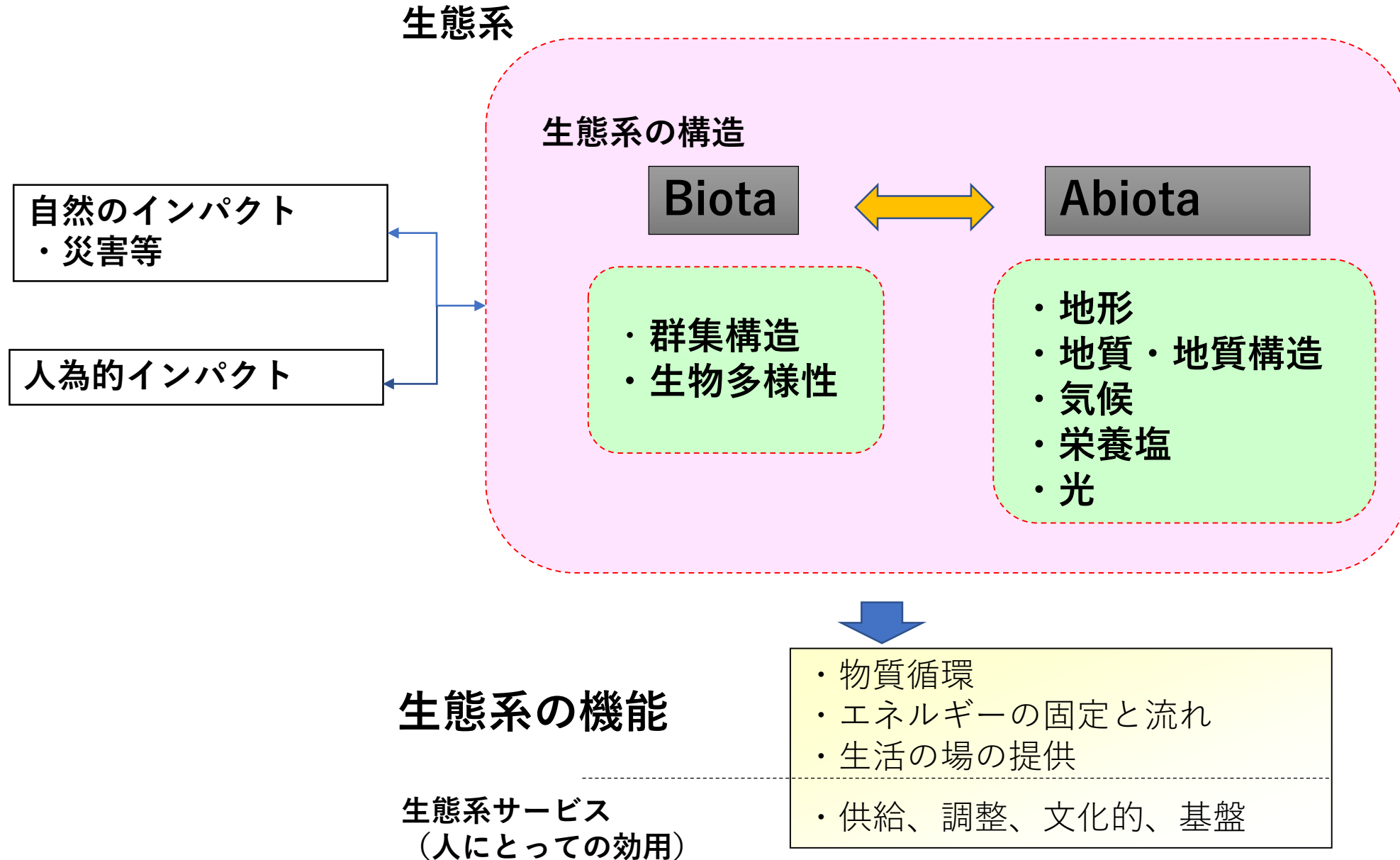
第5次環境基本計画閣議決定  
(平成30年4月17日)  
「地域循環共生圏」の創造



- 各地域がその特性を活かした強みを発揮  
→地域資源を活かし、自立・分散型の社会を形成  
→地域の特性に応じて補完し、支え合う

熊本県白川流域に地域循環共生圏の萌芽  
・地下水涵養のための直接支払い  
・阿蘇草原再生協議会  
(ボランティア・募金・ブランド化など)

# 自然災害と生態系サービスとの関係性



# 水源涵養や国土保全の役割を果たす草原

- 阿蘇の年間降水量は全国平均の約2倍。
- 外輪山や阿蘇五岳などの山裾にしみこんだ雨は、1500箇所以上ある湧水となり、6本の一級河川となって海に注ぐ。
- 熊本市を中心とする11市町村の熊本地域に住む約100万人の飲料水を地下水で賄っている**
- 6河川流域人口は約230万人。加えて福岡導水で福岡都市圏250万人の水源地。**阿蘇の人々だけでなく九州中・北部の地域を潤す。
- 草原が管理されずに放置された場所**  
⇒土砂流出や崩壊も多く見られる。



野草地面積の変遷



○明治・大正期  
阿蘇山は中岳火口中心部と根子岳以外は一面の野草地。外輪山の外側にも野草地が広がっている。

○昭和20年代  
阿蘇山周辺の野草地が当時の白水村、長陽村の南斜面や火口部、根子岳、杵島岳、高岳山頂部を中心に樹林化。外輪山でも北側・西側は変化しないが、南側では野草地が大きく減少。

○現代  
阿蘇山の野草地はさらに減少し、火口の中心部から1km～4kmの圏域に島状に樹林地を含みながら野草地が残っている。

■ 野草地

面積：2万3000ha  
(我が国最大の草原)



# 本研究の全体目標と個別目標

## 1) 全体目標

- 自然災害と生態系の構造、生態系サービス（主に水循環と防災・減災）との関係に基づいた創造的復興手法を開発する。
- 熊本地震において大きな変動を受けた地下水の動的変動メカニズムの解明と今後の回復の見込み、地下水の変動が農業に与える影響について明らかにする。
- 地域の自然資本と社会関係資本を再評価し、その資本を維持・活用することによって地域のレジリエンスを高める「地域循環共生圏」の構築手法を開発する。
- 上記3つを統合し、阿蘇における地域循環共生圏の構築と創造的復興の統合提案を行う。

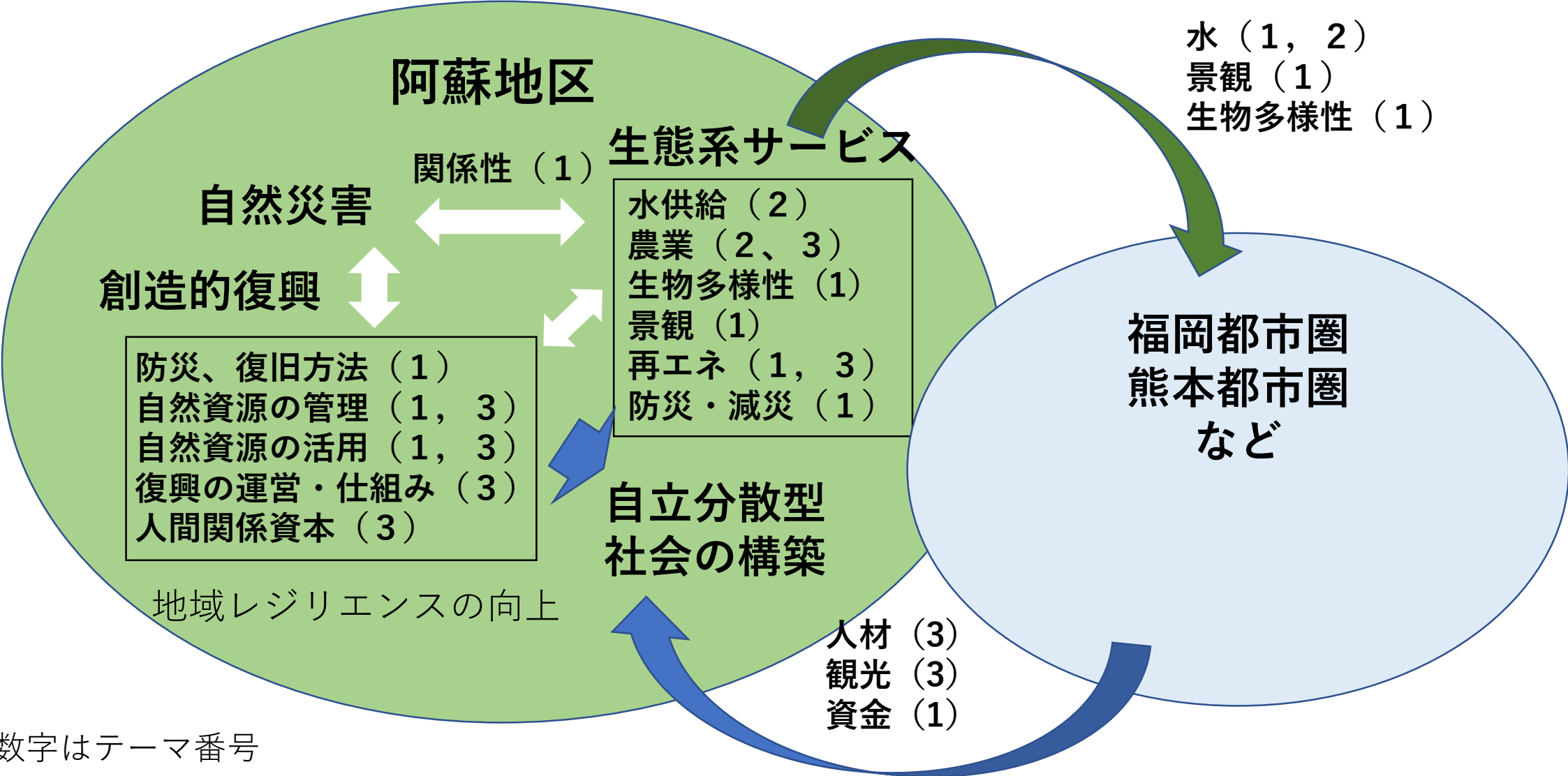
## 2) 個別目標

- 生態系の構造・生態系サービスと自然災害との相互の関係を明かし、土地利用の見直し、伝統的な手法、自然環境の適切な管理などの生態系管理により災害リスクを低減する創造的復興手法を提案する。
- 土木的災害復旧時に文化的サービスを低減させないあるいは自然資源を活用した創造的復興手法を開発する。
- 阿蘇カルデラから有明海までの水循環モデルを構築し、地震時の地下水の挙動、地震による土地利用の変化が水循環に及ぼす影響、水循環の回復の可能性を明らかにする。
- 地域の復興プロセスに寄り添いつつワークショップ等を開催して地域の意見のヒアリングを行うなど、具体的な取組の検討と実践に向けた意見集約や合意形成などの社会科学的手法について明らかにする。
- 地産地消型の再生可能エネルギーを核とした地域循環共生圏の具体策を明らかにする。

## テーマ、サブテーマ

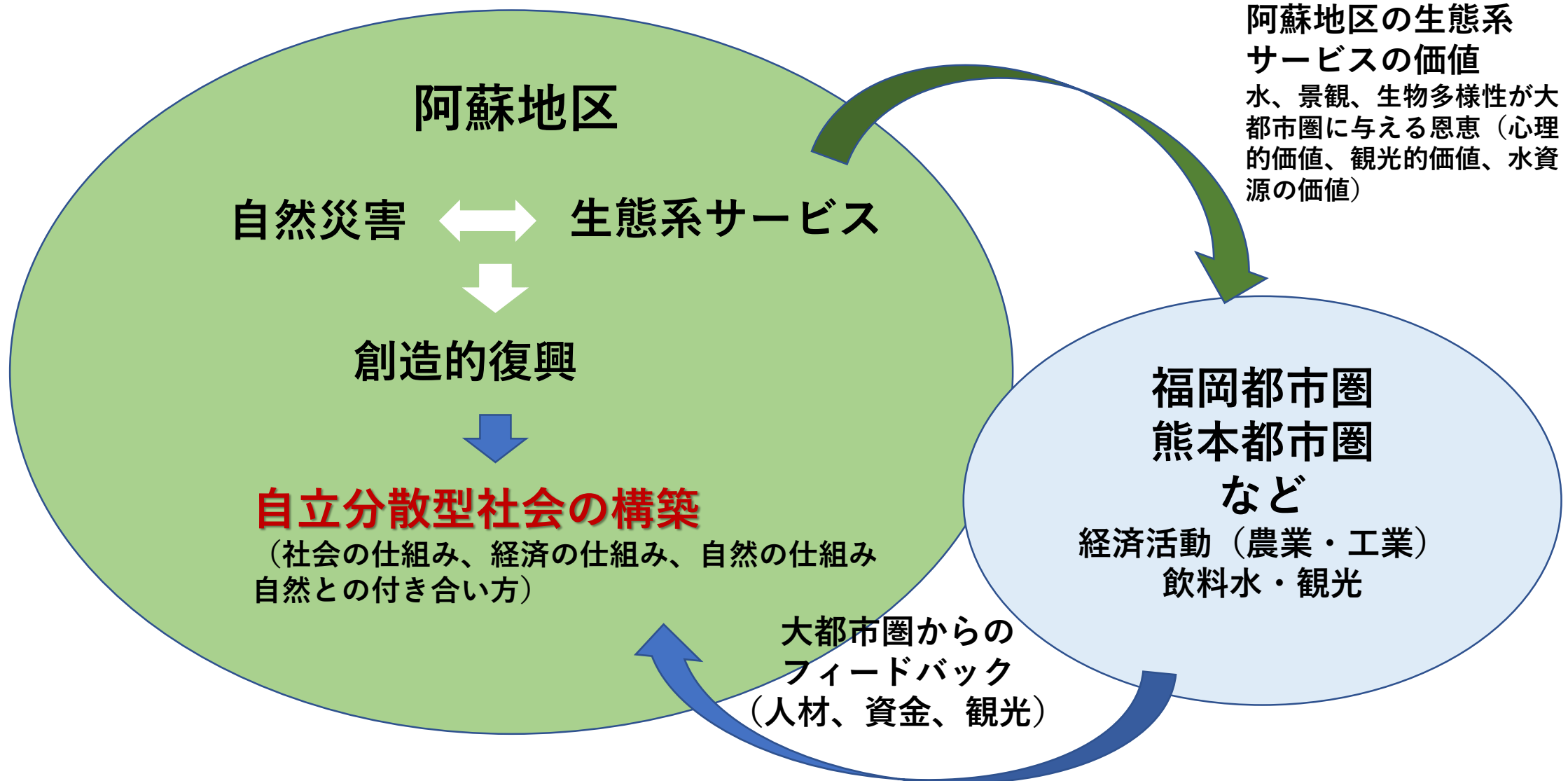
テーマ	サブテーマ
テーマ1：自然災害と生態系サービスの関係性に基づいた創造的復興に関する研究	サブテーマ(1)：地域循環共生圏の確立と創造的復興の総合化 サブテーマ(2)：自然災害と生態系サービスの関係性からみた創造的復興の提案 サブテーマ(3)：災害による文化的サービスの変容とマネジメント手法
テーマ2：熊本地震による阿蘇カルデラから熊本地域の地下水を中心とした水循環への影響の評価に関する研究	サブテーマ(1)：阿蘇カルデラを含む阿蘇・熊本地域における地下水を中心とした水循環モデルの構築と熊本地震による影響の把握 サブテーマ(2)：地震による阿蘇草原等の土地利用の変化が水循環に及ぼす影響の評価 サブテーマ(3)：水循環の変化が農業に及ぼす影響の評価
テーマ3：自然資本と社会関係資本に着目した地域循環共生圏の重層性構築に関する研究	サブテーマ(1)：阿蘇地域における地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性構築 サブテーマ(2)：集落レベル、市町村レベルの復興プロセスと社会関係資本に基づく創造的復興手法の提案 サブテーマ(3)：地域が主体となった地産地消型再生可能エネルギー活用と里地・里山再生モデル提示

# 阿蘇地区の創造的復興と地域循環共生圏



※数字はテーマ番号

# テーマ1 サブテーマ1 総括

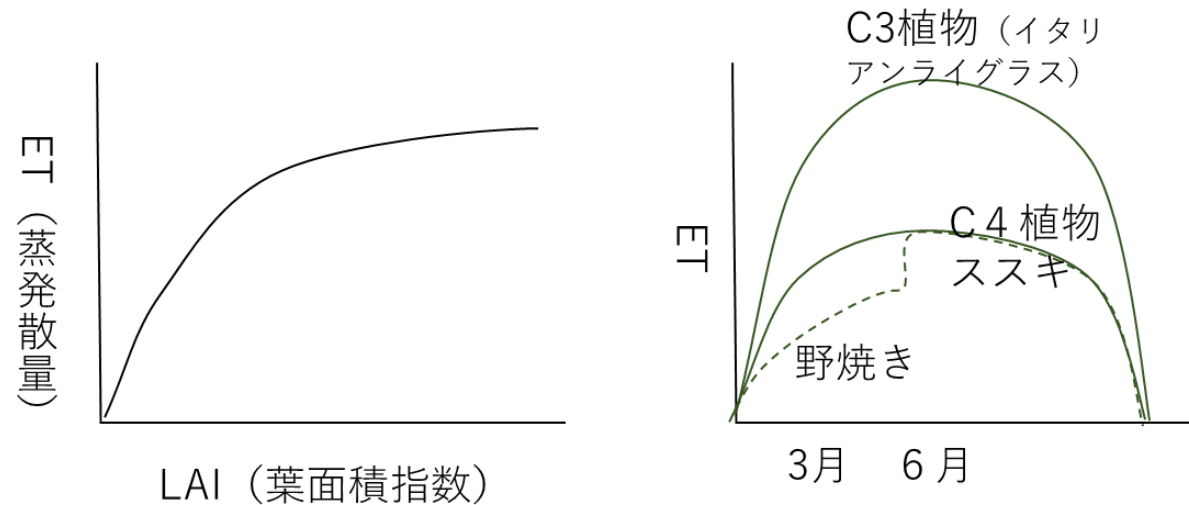




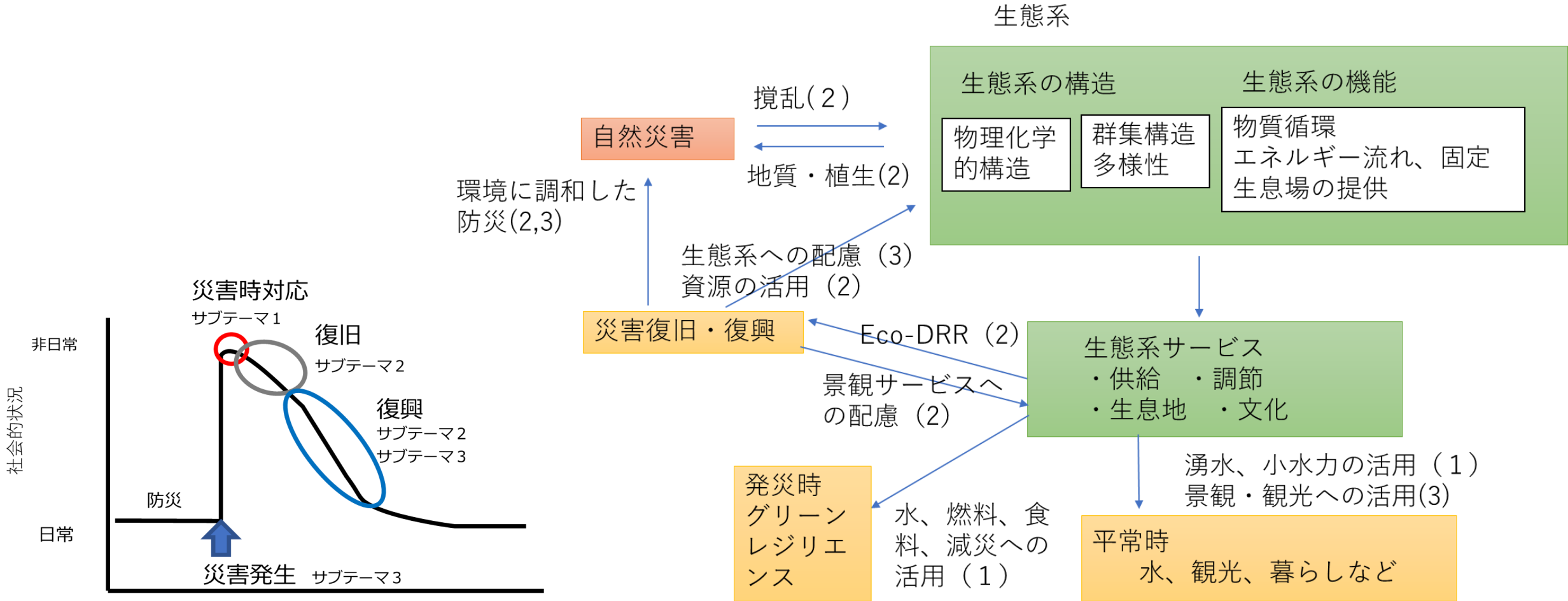
# テーマ1 サブテーマ1 総括

## ➤ 水供給サービスを通じた大都市圏との地域循環共生圏としての交流

水供給サービスは、大都市圏との地域循環共生圏という概念が重要であり、草原の維持が福岡都市圏や熊本都市圏の水供給に果たす役割を定量的に評価する。



# テーマ1：自然災害と生態系サービスの関係性に基づいた創造的復興に関する研究



災害の社会的状況曲線とサブテーマの関係

注：( )はサブテーマ番号

# テーマ1の創造的復興に関するサブテーマ

## サブテーマ(1)：地域循環共生圏の確立と創造的復興の総合化

- ・ 発災時の自然資源活用手法の提案

## サブテーマ(2)：自然災害と生態系サービスの関係性からみた創造的復興手法の提案

- ・ 自然災害と生態系の構造との関係性の評価
- ・ 草原・山地斜面における攪乱と生物多様性との関係性把握
- ・ 集落構造、伝統知・地域知等と減災との関係性の把握
- ・ 生態系サービスに依拠した土地利用、草原森林管理、集落配置などによる創造的復興手法の提案

## サブテーマ(3)災害による文化的サービスの変容とマネジメント手法

- ・ 文化的サービスを考慮した国立公園内の災害復旧ガイドライン
- ・ 建設工事における自然資源活用手法の提案

		斜面崩壊
	Intercept	-3.79**
地形	地形形状値	-0.23**
	斜面勾配	0.03**
	集水面積	-
表層地質	安山岩	-0.50**
	火山粉砕物	-0.34
	粉砕物	0.67**
	溶結凝灰岩	0.46**
土地利用 (植生)	針葉樹	-0.60**
	広葉樹	-0.69**
	自然低木群落	0.98**
	竹林	-0.66
	溪畔林	-1.82**
	人工物	-1.32
	耕作地	-1.28
二次草原	0.01	
AUC		0.71

頻度が高いことがリスクが高いか？



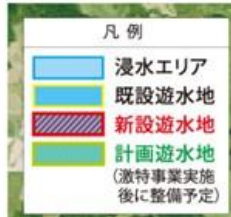
国立公園内でも災害復旧では？

# 黒川河川激甚災害対策特別緊急事業の概要

阿蘇カルデラ内を流れる白川水系黒川の阿蘇市区間では、今回と同程度の洪水に対し、家屋の浸水被害を解消することを基本に、河道掘削、遊水地、輪中堤、家屋嵩上げ等を集中的に実施します。

## 事業計画概要

総事業費	183億円
事業期間	平成24年度～概ね5年間
事業区間	0k000～27k000 (27,000m)
事業箇所	阿蘇市内牧地先外
主な工事内容	河道掘削、遊水地、輪中堤、家屋嵩上げ等



黒川河川激甚災害対策 特別緊急事業 実施区間 L=27.0km(0k000～27k000)



黒川の氾濫による浸水状況

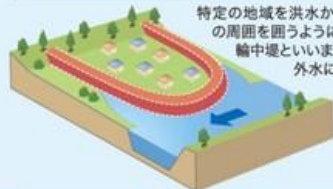


黒川の氾濫による浸水状況

## 対策イメージ図

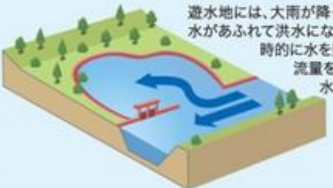
### 輪中堤 (わじゅうてい)

特定の地域を洪水から守るために集落の周囲を囲うようにつくられた堤防を輪中堤といいます。洪水時において外水による家屋浸水被害を防ぎます。



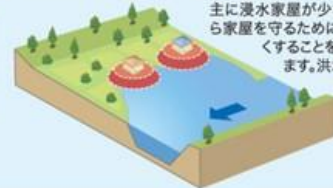
### 遊水地 (ゆうすいち)

遊水地には、大雨が降ったときに川から水があふれて洪水にならないように、一時的に水を貯め込み、下流の流量を少なくする(河川水位を下げる)働きがあります。



### 家屋嵩上げ (かおくかさあげ)

主に浸水家屋が少ない地域で洪水から家屋を守るために、家屋の敷地を高くすることを家屋嵩上げといいます。洪水時において、外水による家屋浸水被害を防ぎます。



※上記資料は阿蘇市・(株)バスコ提供の航空写真を一部加工したものです。

# 災害及び災害復旧による景観の変容

「現在行われている災害復旧工法に対して、文化的サービスの観点から改良案を提示」

類型化された景観タイプ別に実施された災害復旧工法に対して文化的サービスの観点から評価し、文化的価値を高めるための方法について検討する。

「災害復旧は生態系サービス・文化的サービスを強化する好機」⇒ガイドラインの作成

- ・ 工事用道路の配置
- ・ 工法の選定
- ・ 植生導入時の課題
- ・ 自然材の活用



# アウトカムの具体的なイメージ例

## 建設工事における循環資源の活用による文化的サービスの強化



(1) 建設工事等（ガードレール、のり面処理、橋梁、建築物等）による資源活用量および供給可能量のポテンシャル調査：県市町村工事量調査、民間工事量調査、自然材の供給可能性調査

(2) 伝統技術調査  
石積み、のり面保護工法、水路等

(3) 地場森林資源の利活用  
災害にも強く、文化的サービスを強化し、二酸化炭素排出抑制、地域経済循環にも貢献する、地場木材を活用したトータルなインフラの提案、試行、評価

- ・木製ガードレール
- ・木製砂防堰堤
- ・木製土留め擁壁
- ・木製橋梁
- ・木製バリアフリー歩道
- ・木製住宅。木製公共建築物

# テーマ1：自然災害と生態系サービスの関係性に基づいた 創造的復興に関する研究

## 成果目標

サブテーマ(1)：地域循環共生圏の確立と創造的復興の総合化

プロジェクト全体の総括

草原の大都市圏への水供給サービスの定量的評価

サブテーマ(2)：自然災害と生態系サービスの関係性からみた創造的復興手法の提案

攪乱と生物多様性との関係性把握

自然条件・社会条件と災害との関係性を把握し、土地利用の見直し、伝統的な手法、自然環境の適切な管理などにより災害リスクを低減する創造的復興手法の提案

サブテーマ(3)：災害による文化的サービスの変容とマネジメント手法

文化的サービス、地域の資源循環に配慮した災害復旧・基盤整備手法の開発

# テーマ2：熊本地震による阿蘇カルデラから熊本地域の地下水を中心とした水循環への影響の評価に関する研究

阿蘇カルデラを含む阿蘇・熊本地域における地下水を中心とした水循環モデルの構築と熊本地震による影響の把握（1）

データの提供

農地利用データの提供

地震による水循環への影響評価

地下水を中心とした水循環  
モデル構築  
水循環の評価

南阿蘇村を中心に  
阿蘇西麓の中山間地

南阿蘇村黒川地区を中心に  
阿蘇及び熊本地域の土地利用変化

野焼きの中止  
草原の生態系変化  
浸透能力の変化

生態系による供給サービスへの影響

熊本地震

農地に亀裂発生  
かんがい水路の破損  
水源の枯渇

衛星データの収集・活用

ドローンによる詳細調査

草原・農地に亀裂発生

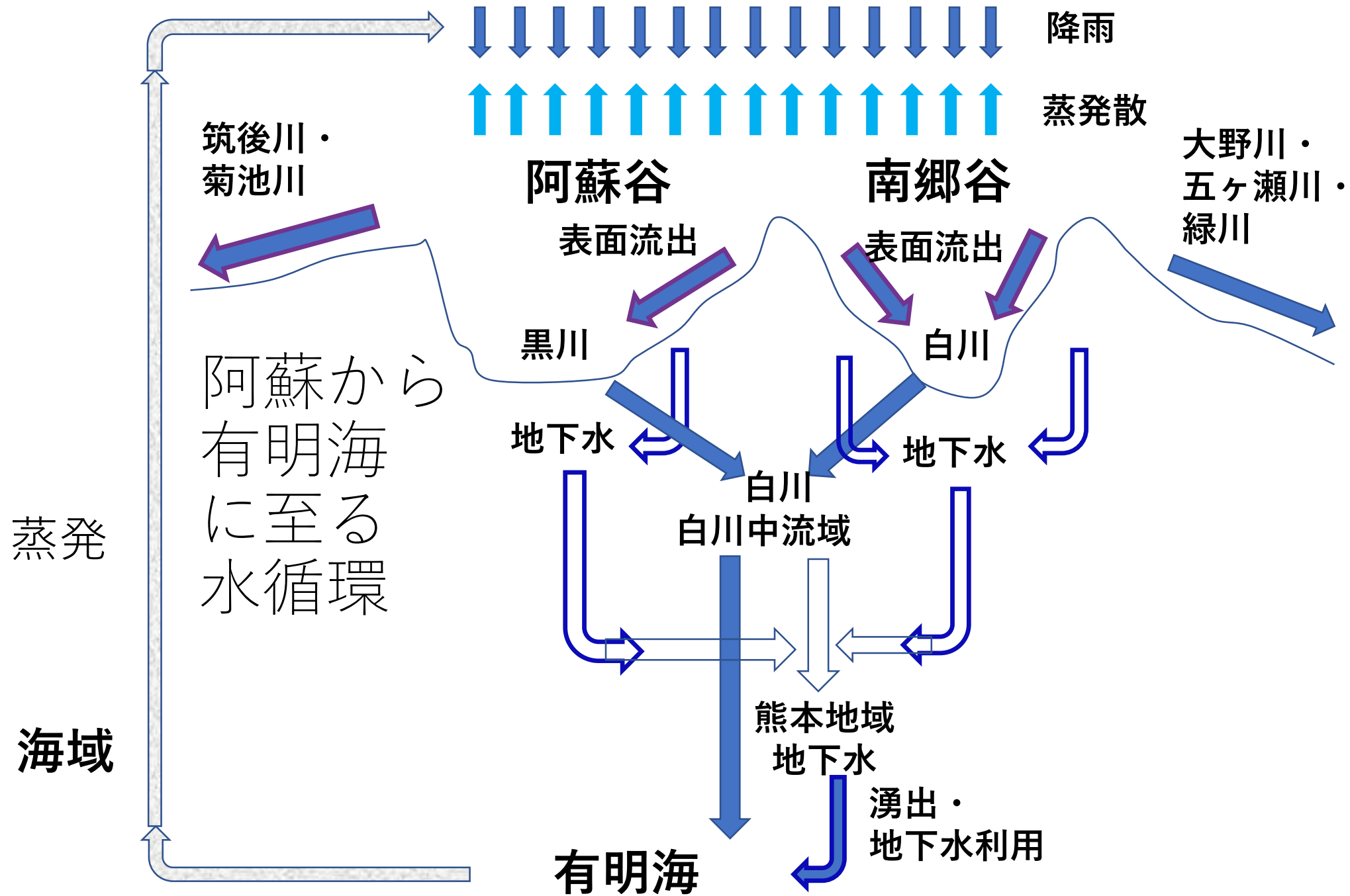
営農・食糧生産への影響

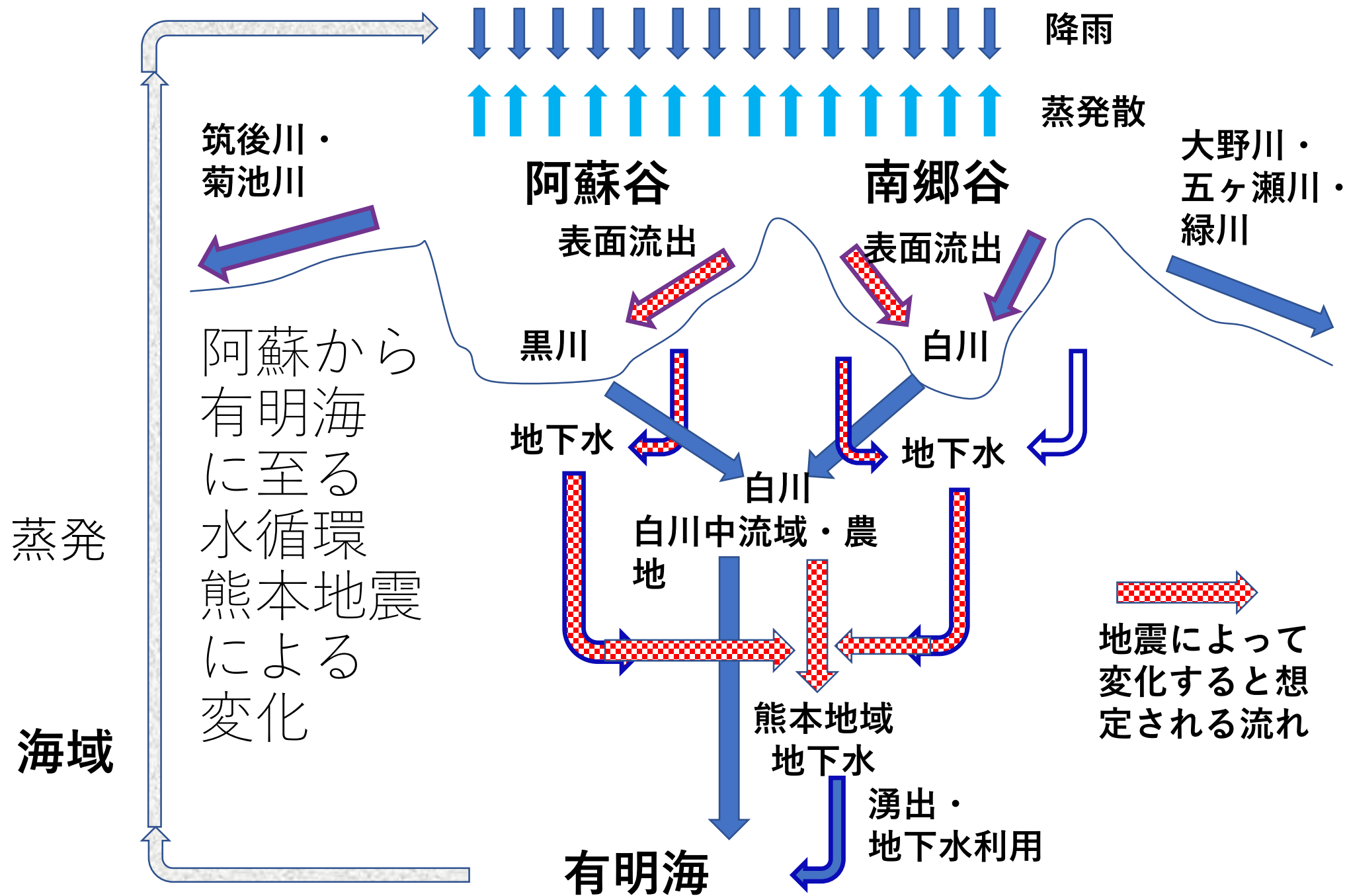
地震による阿蘇草原等の土地利用の変化が水循環に及ぼす影響の評価（2）

水循環の変化が農業に及ぼす影響の評価（3）

注；（ ）はサブテーマ番号







# テーマ2のサブテーマ

## サブテーマ(1)：阿蘇カルデラを含む阿蘇・熊本地域における地下水を中心とした水循環モデルの構築と熊本地震による影響の把握

- 熊本地震前後の地下水変化の解明
- 阿蘇カルデラ内、熊本地域、菊池・鹿本地域における水田の浸透能力評価
- 熊本地震前後の阿蘇カルデラから熊本・有明海に至る阿蘇・熊本地域全体の地下水涵養量の評価
- 地下水を中心とした水循環モデル構築と地震の水循環への影響評価



大きくひび割れた水田  
枯渇した塩井社水源、  
周辺の干上がった水田



## サブテーマ(2)：地震による阿蘇草原等の土地利用の変化が水循環に及ぼす影響の評価

- 阿蘇カルデラから有明海に至る熊本地震被災地の地震による土地利用の変化調査
- 阿蘇カルデラ内南阿蘇村周辺の土地利用状況、生態系変化の調査
- 草原の浸透能力の評価、水循環に及ぼす影響の評価

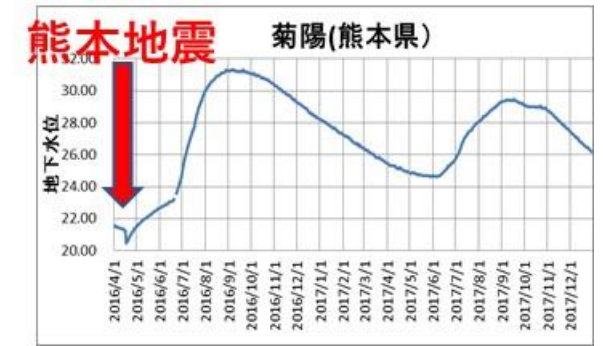


牧野の被害状況

## サブテーマ(3)：水循環の変化が農業に及ぼす影響の評価

- 熊本地震によって枯渇した湧水の状況調査、営農への影響評価
- 中山間農地の営農活動再開状況、食糧生産への影響の調査・研究
- 畜産業への地震による影響評価
- 農家への被災状況・復旧状況・営農状況評価

地震直後の  
地下水位の  
異常上昇



# テーマ2：熊本地震による阿蘇カルデラから熊本地域の地下水を中心とした水循環への影響の評価に関する研究

## 成果目標

サブテーマ(1)：阿蘇カルデラを含む阿蘇・熊本地域における地下水を中心とした水循環モデルの構築と熊本地震による影響の把握

阿蘇カルデラから有明海までの水循環モデルの構築による湧水や地下水の回復の見通しの評価

サブテーマ(2)：地震による阿蘇草原等の土地利用の変化が水循環に及ぼす影響の評価

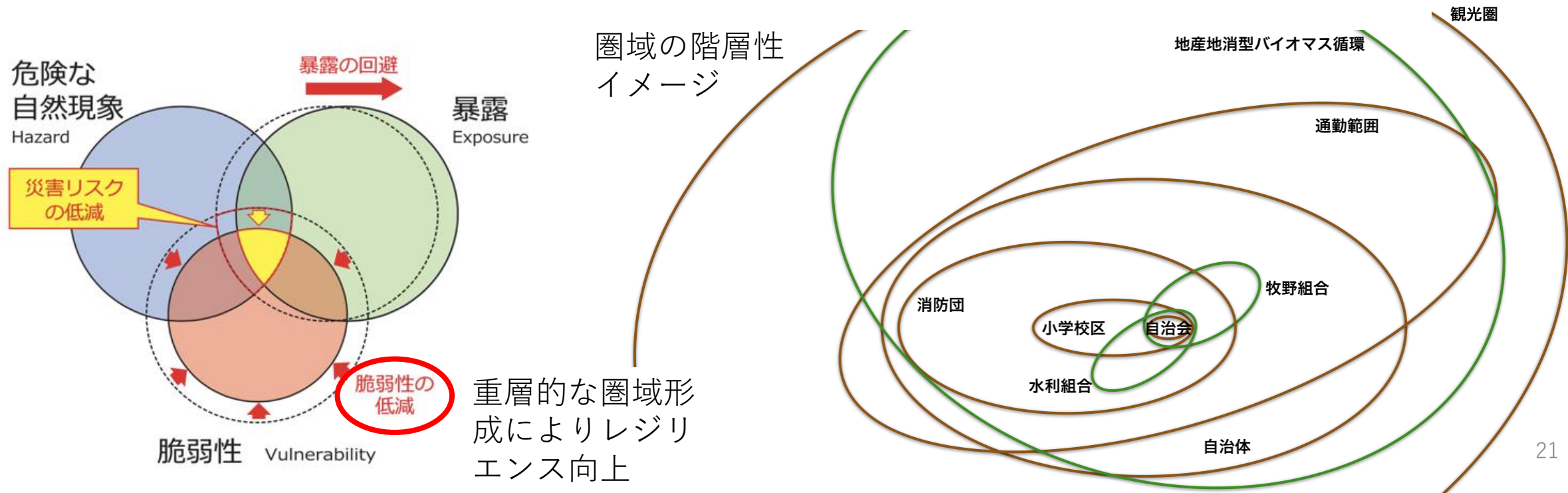
阿蘇カルデラから有明海に至る熊本地震被災地の土地利用、生態系への影響評価

サブテーマ(3)：水循環の変化が農業に及ぼす影響

熊本地震による阿蘇カルデラ内と阿蘇西麓台地の中山間地の農畜産業など供給サービスへの影響の評価

# テーマ3：自然資本と社会関係資本に着目した 地域循環共生圏の重層性構築に関する研究

地域の自然資本に基づく経済活動、コミュニティの社会資本関係、バイオマスに着目した物質循環の3つの視点から、地域循環共生圏の圏域を明らかにし、地域のレジリエンスを高める重層的な地域循環共生圏の構築手法を開発する。



# テーマ3のサブテーマ

## サブテーマ(1)：阿蘇地域における地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性構築

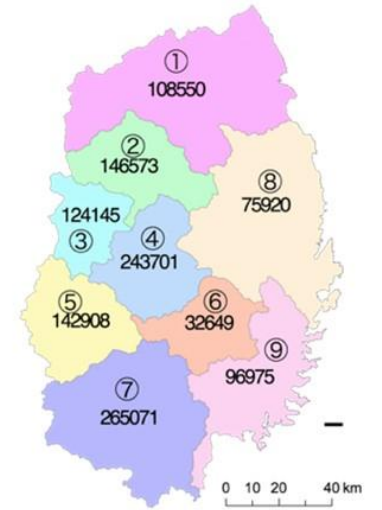
- 自然環境、資源管理、経済、人的交流を踏まえ、地域循環共生圏の階層性を分析する手法を提案する。
- 阿蘇地域の農業や観光など、自然資本に基づく経済活動に着目し、地域循環共生圏の圏域の階層性を明らかにする。
- 阿蘇地域の土地利用変遷と将来人口推計に基づき、将来の自然資本分布を予測し、変化に耐えうる圏域を明らかにする。
- サブテーマ(2)(3)の成果を統合し、阿蘇地域における地域のレジリエンスを高める重層的な地域循環共生圏の構築手法を開発する。

## サブテーマ(2)：集落レベル、市町村レベルの復興プロセスと社会関係資本に基づく創造的復興手法の提案

- 南阿蘇村はじめ、熊本地震による被害が大きかった集落等を複数モデル地域として選定し、ワークショップ等を開催し、復興プロセスを支援する。
- 復興プロセスにおいて社会関係資本が、どのように復興に影響を及ぼしているか明らかにする。
- 人口減少や高齢化などの・地域資源管理・地域の自治のあり方などの変化を明らかにする。
- 以上を総括し、ソフトな視点から創造的復興手法を提案する。

## サブテーマ(3)：地域が主体となった地産地消型再生可能エネルギー活用と里地・里山再生モデル提示

- 地域循環共生圏を構築する場合に核となるエネルギーの地産地消についてはバイオマスに着目し、供給側の課題として、森林簿の整理による賦存量把握、林道等の管理人材の育成、安定した供給ルートの明確化などの山林経営計画の母体の形成と立案を地域と協働で行う。
- 地域を主体とした事業主体の形成とともに、地域の熱需要を掘り起こし、熱利用と熱電併給（CHP）を視野に地産地消型再生可能エネルギー活用モデルを提示し、事業化を試みる。
- バイオマス供給による森林や草原の管理が、防災力向上や他の付加価値（食糧、資材、観光資源）を誘発する里地・里山再生モデルを提示する。



圏域の区分の例



地域におけるバイオマス活用例

# テーマ3：自然資本と社会関係資本に着目した 地域循環共生圏の重層性構築に関する研究

## 成果目標

サブテーマ(1)：阿蘇地域における地域のレジリエンスを高める地域循環共生圏の重層性構築

自然環境、資源管理、経済、人的交流を踏まえ、地域循環共生圏の階層性を分析し、地域のレジリエンスを高める重層的な地域循環共生圏の構築手法開発

サブテーマ(2)：集落レベル、市町村レベルの復興プロセスと社会関係資本に基づく創造的復興手法の提案

復興プロセスに寄り添いつつ、地域の自治や社会関係資本が復興に及ぼす影響評価し地域のレジリエンスに基づく創造的復興手法の提案

サブテーマ(3)地域が主体となった地産地消型再生可能エネルギー活用と里地・里山再生モデル提示

阿蘇地域における地産地消型再生可能エネルギー活用と里地・里山再生モデル提示、事業化