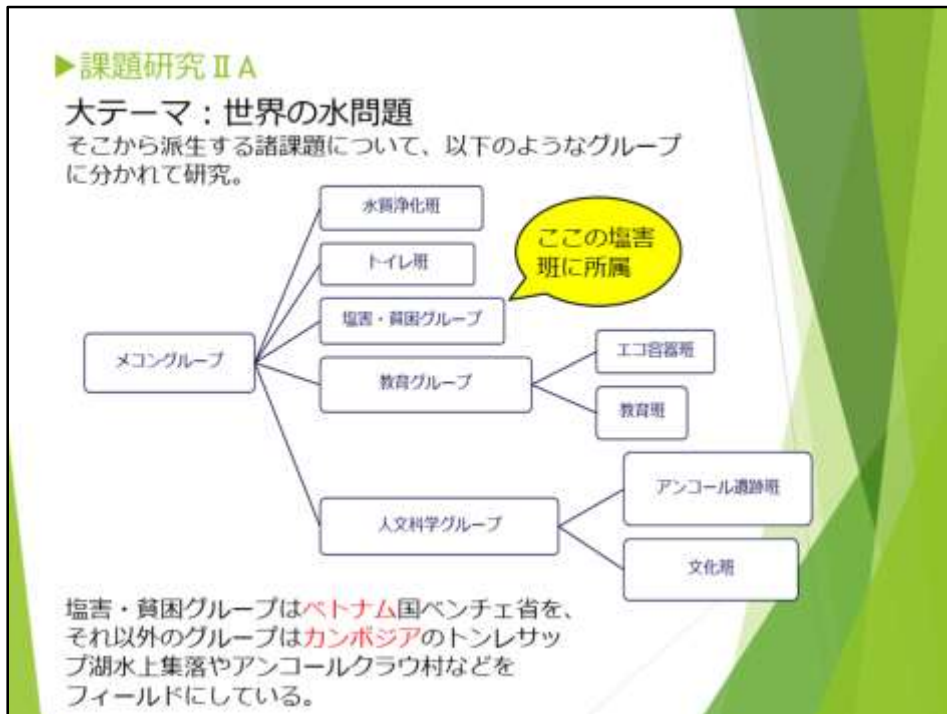


【課題研究Ⅲ】

GISを用いた、ベンチエ省 における農業土地利用に ついての考察

宮城県仙台二華高等学校 3年 高瀬彩音



仙台二華高等学校では、高校2年の授業でグローバルスタディ課題研究ⅡAという選択授業があり、その授業ではカンボジアとベトナムをフィールドに、世界の水問題解決へ向けて、グループに分かれて研究を行っています。私は塩害貧困グループの塩害班に所属しています。塩害貧困グループではベトナム国ベンチェ省を対象に研究に取り組んでいます。

▶ 課題研究ⅡA

【メコン川フィールドワーク】

- ・毎年夏(カンボジア)と冬(ベトナム・カンボジア)の2回実施。
- ・課題研究ⅡA選択者から希望者が参加し、代表して現地調査を行う。

◎2019.12.15～12.27 冬のメコン川フィールドワークの活動例

- ・有機農業グループと交流する
- ・ココナッツ加工場の訪問調査
- ・バイオトイレ設置協力家庭を探す
- ・バイヨン中学校にてアンケート調査
- ・雨樋の新規設置



課題研究ⅡAの大きな特徴として、課題研究選択者の中から代表者が夏と冬にそれぞれ10名程度、約2週間、実際に現地に赴いて調査をします。継続的に行っていることとしては、雨水グループが東南アジア最大の淡水湖であるトンレサップ湖の水上集落に雨どいを設置したり、カンボジア、シムリアップ近郊にあるバイヨン中学校でのアンケート調査などがあります。私が参加した2019年度の冬のフィールドワークでは、ベトナムの**特定非営利活動法人「Seed to Table」**代表伊能まゆさんにお世話になり、ベンチェ省の有機農業グループと交流したり、ココナッツ加工場の訪問調査をしたりしました。



私の研究対象地域はベトナム国南部メコンデルタにあるベンチェ省全体です。ベンチェ省は果実の生産が盛んですが、近年の塩害の被害に伴い、農業からエビ養殖池へ転換する家庭の増加が問題になっています。私たちが現地フィールドワークで調査した農家は、ベンチェ省の中のビンタイ群ヴァンクオイドン村にあります。

▶ベトナム国基本情報



- ◎面積：32万9421km²
- ◎人口：約9467万人
- ◎首都：ハノイ
- ◎言語：ベトナム語
- ◎民族：キン族(約86%)、他に53の少数民族
- ◎宗教：仏教(約80%)、カトリック、カオダイ教など
- ◎歴史：1955年～1975年 ベトナム戦争(アメリカ軍による枯葉剤の散布)
- ◎政体：社会主義共和国
- ◎気候：南部→5～10月が雨季、11～4月が乾季
北部→熱帯モンスーン性気候
- ◎経済成長率：7.08%(2018年)

参考：外務省ホームページ

▶ 研究の背景



↑ 2016年に起こった干ばつによる農地の塩害被害の様子(朝日新聞より)

【メコン川】

- ・中国→ミャンマー→ラオス→タイ→カンボジア→ベトナムの6か国を流れる国際河川であり、東南アジアの河川の中で最長。
- ・塩水遡上の原因は、中国のダムによる水量減少や気候の変動など複雑。

メコンデルタでは乾季の始まる12月～1月に塩水の侵入が始まり、5月頃まで続きます。2016年には記録的な大干ばつにより、甚大な塩害被害を受けました。

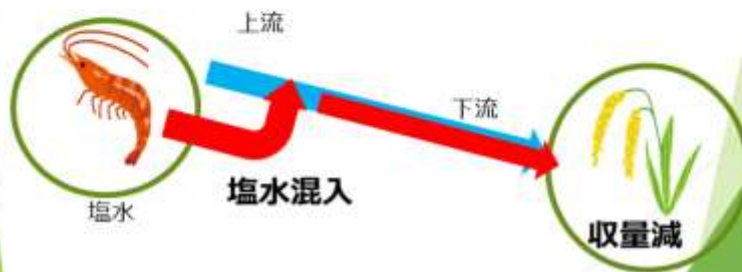
▶研究の背景

・川からの塩水遡上については、毎年来るものなので、**例年通りであれば自分で時期を見て水門を閉めること**で対応できている。

・問題となっているのは

①塩害の時期は年によって早まることもあり、予測できずに対策が遅れること。(→自然的な課題)

②上流地域で**エビ養殖**のために塩水を引いてくる農家があると、**人為的な塩害**が起きること。(→人為的な課題)



Seed to Table代表の伊能さんによると、エビ養殖は他の農業に比べて利益が大きく塩害時でも生産に影響が出ないため、勝手に自分の農地に塩水を引いてくる農家が増えており、問題になっているそうです。しかし、フィールドワークでヴァンクオイドン村の農家の方々にそのような実態があるのかインタビュー調査をしましたが、ヴァンクオイドン村ではエビ養殖池はほとんどないとのことでした。したがって、エビ養殖池による塩害問題には土地利用による地域差があると考えられます。

▶フィールドワークでのアンケート調査より

・塩害の時期

- 1 1月から4月まで。だんだん早くなっている感覚。
※2018年12月のフィールドワークの際はまだ来ていなかった

・塩害による作物の被害

- ココナッツの実が小さくなる(ココナッツ農家)
安い値段でしか売れない



2019年12月のフィールドワークで農家の方々に対して塩害についてのアンケートを行いました。その結果、塩害の時期は農家の方々が感覚で判断する限りだんだん早くなっていることが明らかになりました。また、あらかじめ予想している時期の塩害については対策できるが、予想外の時期に海水の遡上が始まり塩害が発生すると、その被害が大きくなるということでした。

▶ 研究の背景

【各作物の塩分濃度による無収穫の割合】

品目	塩分濃度(g/L)						
	<0.5	0.5-1.0	1.0-2.5	2.5-4	4-10	10-20	>20
水田	0%	0%	17%	54%	100%	100%	100%
果物	0%	0%	19%	55%	100%	100%	100%
野菜	0%	0%	29%	71%	100%	100%	100%
森林(刈 りか)	0%	0%	0%	0%	50%	100%	100%

出典：独立行政法人 国際協力機構(JICA)『ベトナム国 メコンデルタ沿岸地域における 持続的農業農村開発のための 気候変動適応対策プロジェクト最終報告書 (優先事業編)』(2013.4)

【エビ養殖の問題点】

- ・ 環境条件が適さない地域で、エビの病気が大量発生
- ・ エビの病原菌による環境汚染

参考：AGRI in ASIAホームページ

この表から、それぞれの作物について、農地にどのくらいの濃度の塩水が侵入した場合にどの程度の無収穫が生じるかがわかります。
また、近年転換が進んでいるエビ養殖については問題点として、エビの病気による養殖の失敗や、病原菌などによる環境汚染が挙げられます。

▶研究の流れ

①自然的な問題の解決として→植生活性度を解析

- ・塩害によって植生にどのような影響があるのか調べる。
- ・塩害の時期や規模に、年による変化があるのか調べる。

②人為的な問題の解決として→土地利用を解析

- ・現在ベンチエではどのような農業土地利用がされているのか調べる。
- ・ほかのデータを参照しながら課題点を探る

そこで、現地の課題を①・②に分類し、それぞれについて解析していくことにしました。

▶ 植生 (使用した衛星データと解析ソフト)

【衛星データ】

Landsat-8 : アメリカ地質調査所(USGS)が運用する地球観測衛星。
 日本では、産業技術総合研究所(AIST)がデータを一般公開している。

```

  graph LR
    A[Landsat-8] -- 受信 --> B[衛星]
    B -- 高速通信 --> C[産総研]
    C -- 画像処理 --> D[データ公開]
    D --> E[一般ユーザー]
  
```

【解析ソフト】

QGIS : 地理空間情報の作成、可視化、分析などができるGISソフトの一つ。様々な情報を重ねることができる。

例)

- ←道路
- ←人口分布
- ←土地利用
- ←衛星画像

その際に活用したのが、GISです。

▶ 植生 (使用した衛星データと解析ソフト)

<目的>

植生の活性度を表す**NDVI**という指標を、Landsat-8のデータを基にしてQGIS上で解析。

→ベンチエ省全域の植生活性度の、季節ごと及び年ごとの変化を調べ、塩害の時期や規模が近年どう変化しているのか明確化する

※NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) とは？

植物に含まれる葉緑素は熱に弱いため、赤外領域の波長を反射することで自己保護を行っている。

↓これを観測

近赤外域の反射率(NIR)と**赤色光(RED)**の反射率から植生の活性度を調べることができる。



参考：KMTドローンサービス ホームページ

▶ 植生 (使用した衛星データと解析ソフト)

<手順>

①産総研が提供するLandBrowserから、指定した範囲で最も雲量が少ない日の画像を選ぶ。

② $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$ で表されるので、画像データのうちNIRとRedのバンド(それぞれBand5, Band4)をダウンロード

③QGIS上で、Band4、Band5のデータをインポートする。

④QGIS内のラスタ計算機を用いて二つのデータからNDVIを求める。(→右図)

⑤NDVIの値が大きいところほど濃い緑色になるように設定し着色する。

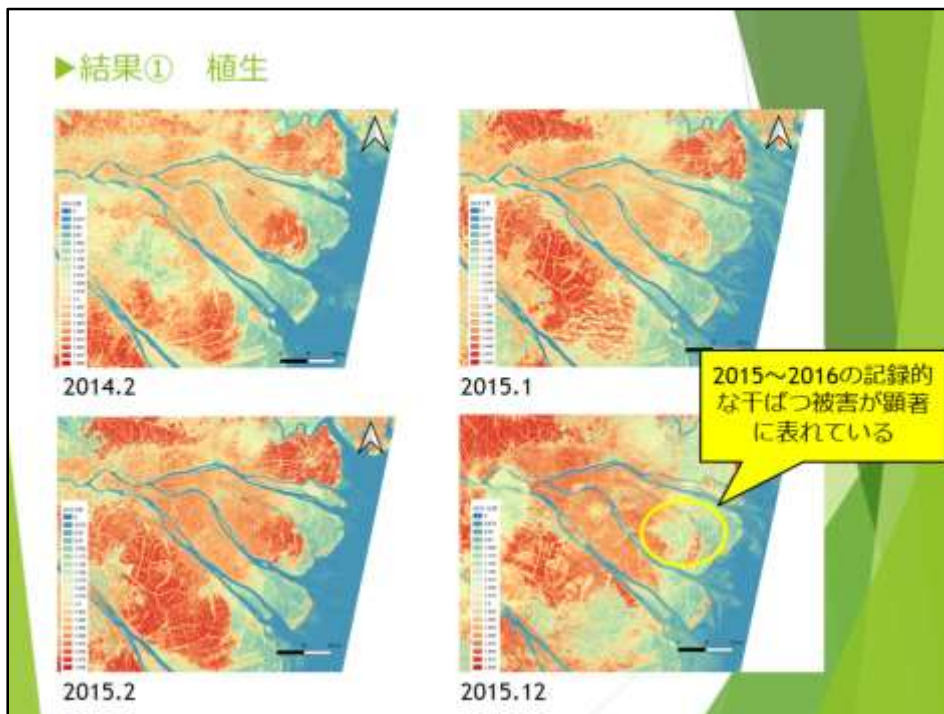
※植物が茂っている → REDが低くなる

→NDVIが1に近づく

植物が茂っていない → REDが高くなる

→NDVIが-1に近づく

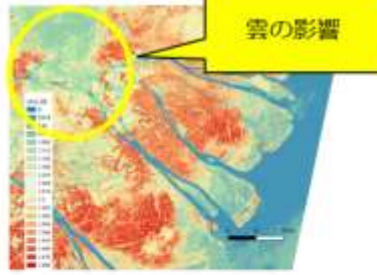




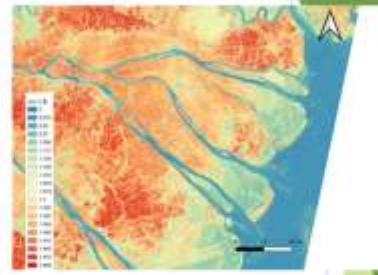
現地の農家の方々が塩害の時期が早くなっていると言っていたことについて、どの程度の程度早まっているのか・規模に変化はあるのかを調べるために、衛星の打ち上げられた2014年から現在までの各年について、塩害の始まる時期の前後(11月から12月)から塩害被害の多い時期(1月から2月)のデータを解析しようとしていました。しかし、衛星の周期から1か月に2つのデータしか得られず、雲が多すぎて使えないデータもあったため、分析するのに十分なデータは得られませんでした。

QGISを用いてNDVI値を求め、着色しました。赤く着色した地域は植生活性度が高い地域、青く着色した地域は植生活性度が低い地域です。雲に覆われているために青くなっているところもあります。2015年12月の地図を見ると海岸部の一部で局地的に被害が出ていることがわかりました。(黄色の印)

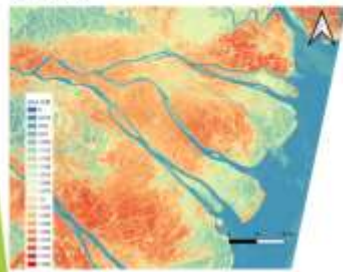
▶結果① 植生



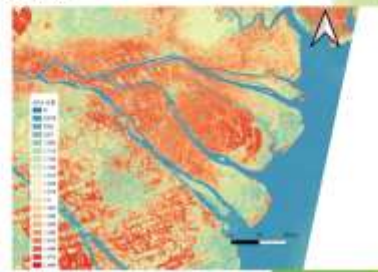
2016.2



2017.1

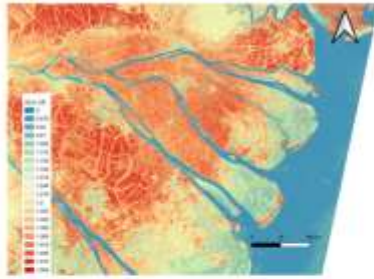


2018.10

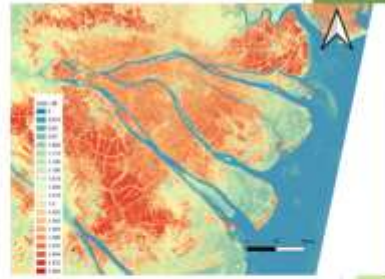


2018.12

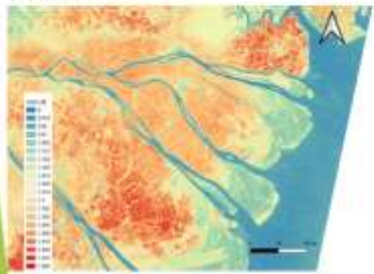
▶結果① 植生



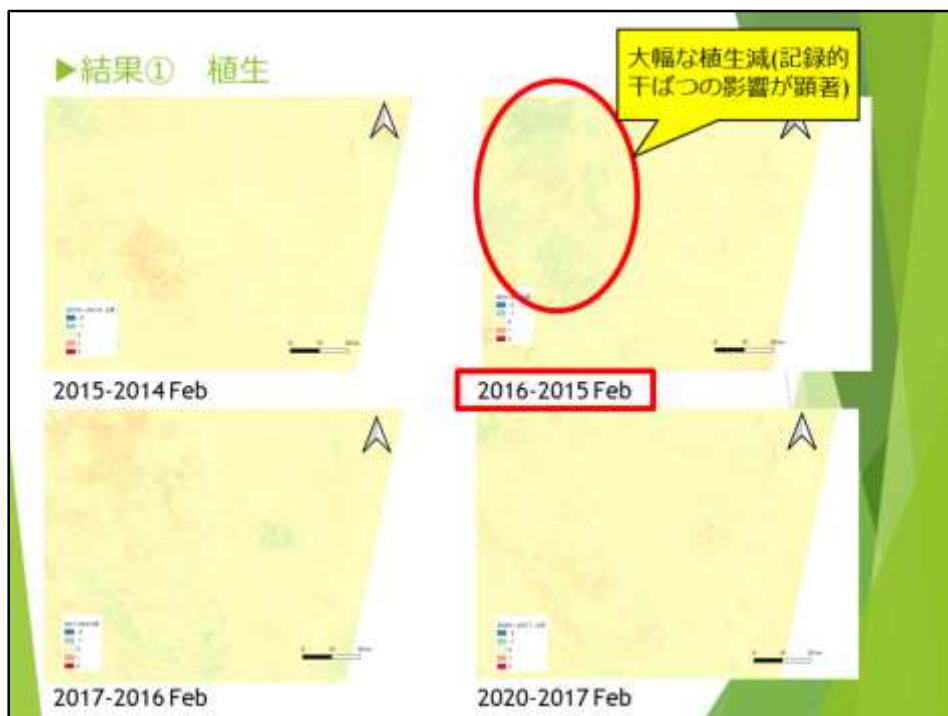
2019.1



2020.1

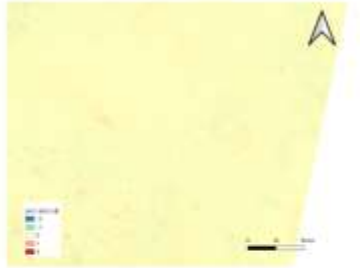


2020.2



1月と2月については得られたデータが多かったため、ある年とその次の年のデータの差を求め、プラスの値を赤に近い色で着色し、マイナスに近い色を青に近い色で着色しました。おおむね黄色なので大きな変化はありませんが、2016年の大干ばつの影響は表れていました。

▶結果① 植生



2017-2015 Jan



2019-2017 Jan



2020-2019 Jan

▶土地利用 (使用した衛星データと解析ソフト)

【衛星データ】

だいち2号(ALOS-2)：三菱電機株式会社が設計・製造を担当した陸域観測技術衛星。

高解像度土地利用土地被覆図：JAXAと地球観測研究センター(EORC)のALOS/ALOS-2解析研究プロジェクトおよび「課題分野型研究：生態系研究グループ」で作成されたデータセット。

・空間分解能：10m

・分類カテゴリ：①水域 ②都市 ③水田 ④畑 ⑤草地 ⑥落葉広葉樹
⑦落葉針葉樹 ⑧常緑広葉樹 ⑨常緑針葉樹 ⑩裸地
⑪雪氷

・分類精度：76%

【解析ソフト】

ArcGIS：地理空間情報の作成、可視化、分析などができるGISソフトの一つ。様々な情報を重ねることができる。

▶土地利用 (使用した衛星データと解析ソフト)

<目的>

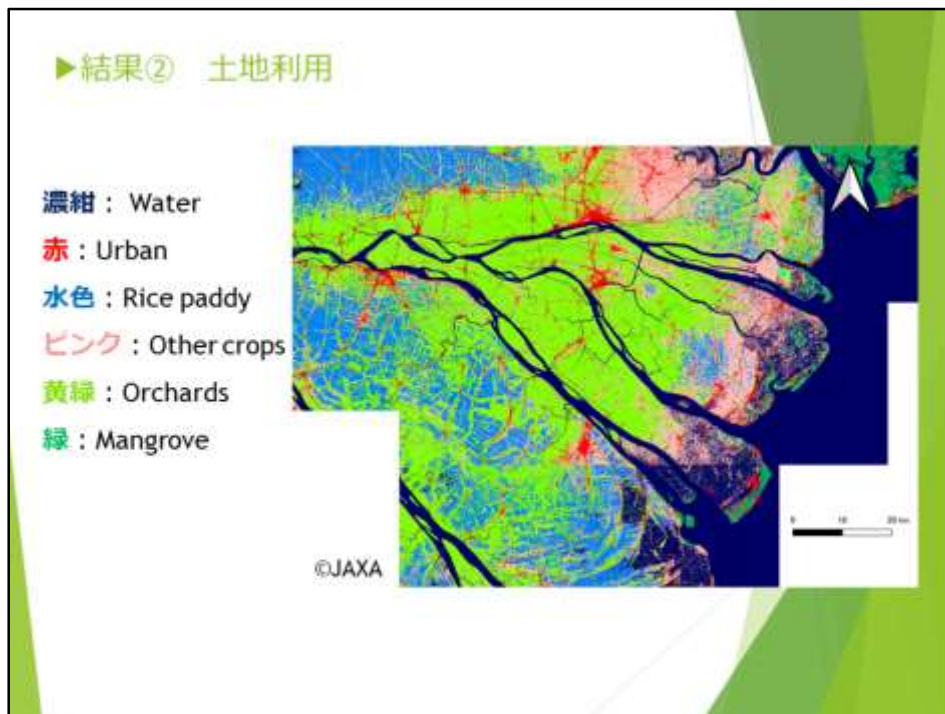
ベンチエ省における現在の土地利用の様子を可視化する。

<手順>

①JAXAが提供する高解像度土地利用土地被覆図データセット内から、ベトナム南部地域のデータをダウンロードする。

②7-zipを用いて解凍し、**Geotiff形式**(位置座標情報を持つデータ形式)にする

→GISソフト上で道路情報や植生データなどと重ねることができる



JAXAが公開しているベトナム南部の10メートル解像度の土地利用被覆図です。陸地であるにも関わらず「水」と判定された地域は養殖池であると考えられます。14枚目のスライドで顕著に青くなっていた地域は、この土地利用図と照らし合わせると、耕作地であることがわかります。つまり稲作地域は塩害被害を受けやすいということです。

▶結果② 土地利用

先行研究より：対象地域における土壌塩分の予測値

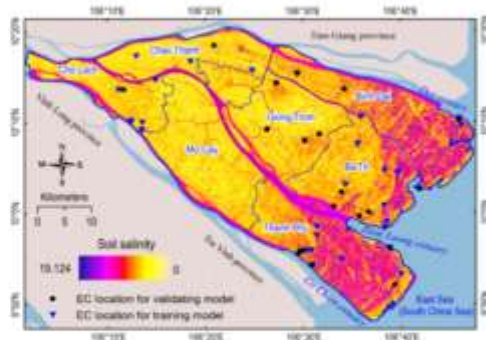


Figure 6. Soil salinity map for the Ben Tre province using the Gaussian Process (GP) model.

出典：Pham Viet Hoa, Nguyen Vu Giang, Nguyen An Binh 1, Le Vu Hong Hai, Tien-Dat Pham, Mahdi Hasanlou and Dieu Tien Bui "Soil Salinity Mapping Using SAR Sentinel-1 Data and Advanced Machine Learning Algorithms: A Case Study at Ben Tre Province of the Mekong River Delta (Vietnam)"

先行研究から引用した地図です。紫やピンクに近い色で着色された地域は土壌の塩分濃度が高く、黄色に近い色で着色された地域は塩分濃度が低いという予測がされています。先ほどの土地利用分布図と比べると、養殖池に該当する地域は塩分濃度の高い地域と一致していることがわかります。

▶ 考察・結論

【植生】

- ・塩害の始まる時期は特定できなかった。
- ・同じ月の年による変化は見られなかった。

→塩害の進行は考えにくい？

- ・2015～2016年の大規模な干ばつの影響を受けた地域が明らかになった。
- ・植生解析で最も変化があった地域は、土地利用図を参照すると、水田の耕作地であることがわかる。

→塩水侵入によって最も変化を受けやすいのは稲作

【土地利用】

- ・土地利用図で陸地であるにも関わらず水に分類されている土地は、養殖をしているところだと考えられる。
- ・エビ養殖をしている土地は、高塩分濃度地域と一致する
- ・しかし、エビ養殖地とほかの耕作地が入り混じっている地域も。

→塩水侵入によるコンフリクトが起きている地域の特定

私の研究は、ベンチェ省全域の植生活性度の、季節ごと及び年ごとの変化を調べ、塩害の時期や規模が近年どう変化しているのか明確化することを目的として取り組みました。

衛星画像を用いた植生の解析からは、残念ながら塩害の始まる時期の特定や、年変化については見ることはできませんでした。

一方で、2015～2016年の大規模な干ばつの影響を受けた地域は明らかにすることができました。

また、土地利用図からは、水田の耕作地、稲作は塩水侵入によって最も変化を受けやすいことが分かりました。また、高塩分濃度地域ではエビ養殖をしているところだと考えられるところも見ることができ、エビ養殖と他の耕作地が入り混じっている地域も見られました。

▶ 今後の課題

・ Landsat-8では塩害が始まる時期を特定するのに十分なデータが集められなかった。

→MODISという衛星を活用してみる

・ 植生の活性度は、単に雨季か乾季かだけでなく、作物による収穫時期にも左右されるため、そこを考慮しなければ正確な分析とは言えない。

→農事歴を作る。土地利用図を活用して考察