

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 5 月 25 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H04630

研究課題名(和文) 災害・気候変動による塩害に対する農家のレジリエンス強化要因の定量的評価手法の開発

研究課題名(英文) Development of the quantitative evaluation methods of reinforcement factor in farmers' resilience for salinization by disaster and climate change

研究代表者

山本 忠男 (YAMAMOTO, Tadao)

北海道大学・農学研究院・講師

研究者番号：00312398

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、地域住民へのヒアリング調査と塩害圃場の塩分・地下水動態の現地調査を行い、以下の成果を得られた。レジリエンス要素を抽出し、その関係性を検討した。雨季のリーチング効果は、塩害荒廃地よりも水田圃場で大きいこと、塩害荒廃地では年間を通じてECの変動が小さいことが確認された。収入源を複数もつことで所得が安定化すること、津波による塩害地域での回復から、復興曲線の形状は村落単位で異なること、復興の個人的差異は曲線形状よりも速度や程度に関係していることが示された。なお、渡航規制の影響で最終段階の調査・資料収集が困難となり、定量評価を検討するに至らなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自然災害や環境変動の攪乱である塩類化問題に、農業農村工学の分野でレジリエンス概念を用いたことは新しいアプローチであり、既往研究を発展的に活用できることが示され、学術的に意義の高い研究となった。また、地域のレジリエンス要素を把握し、その関係や家計との関連を(定性的であっても)検討した成果は、今後の塩害対策における重点課題や地域計画の方向性に重要な知見を与え、地域のレジリエンスを高める方策につながるものとなった。最終目標とした定量評価には至らなかったものの、地域住民へのヒアリング調査や報告会を通じて、地域の抱える課題を全体で共有できたことは、一連の研究が社会貢献に有意義であったといえる。

研究成果の概要(英文)：This study's objective is to develop quantitative evaluation methods to clarify the factors that enhance the farmers' resilience in the salinization region. We performed the interview research to residents and field research to grasp salt and groundwater changes in the saline field and revealed the following. (1) extracting resilience factors and considering their relationship, (2) leaching effect in the rainy season was more effective in paddy fields than saline wasteland. And annual EC change in the surface of saline wasteland is small, (3) Farmer's family budget become stabilized by taking several sources of income, (4) Restoration curve was different from each village. Personal differences in restoration curves related to restoration speed or extent of damage than the form of its curve.

Developing the quantitative evaluation method was difficult to achieve due to the difficult situation to collect data in the finalization phase because travel to foreign country has been restricted.

研究分野：農村計画学

キーワード：塩類集積 復興曲線 家計 電気伝導度(ECa) 排水管理 農地保全

### 1. 研究開始当初の背景

灌漑農業の問題となる農地の塩類化は、灌漑開発の進展や津波のような自然災害によって今後拡大する (Rengasamy, 2008) といわれている。これまで農業農村工学分野では主に灌漑排水や土壌物理などの視点から測定方法、改良方法、モデル化等の研究を進め、人間活動に起因する塩類化農地の改良に貢献してきた。しかし、近年頻発する東日本大震災や2004年スマトラ島沖地震による津波などのような自然災害や気候変動による“新たな塩類化問題”については、これまでまったく議論されてこなかった。この新たな塩類化問題は、自然科学的・工学的な対応に加え、社会的なインパクトが甚大なため社会システムの面からもその対策を講じる必要があることを先の大震災は示している。すなわち、自然災害や環境変動による攪乱である塩類化問題への取り組みは、従来型の工学的な対策では不十分であるといえる。

レジリエンス理論は、攪乱に対して自然系と社会系の両面を一つにしたシステムの回復力を扱うことを出発点としており、社会的インパクトの大きい震災による農地塩類化の問題解決への援用には最適な理論である。そこで、レジリエンス評価は、農業農村工学が持つ既往の研究成果を発展的に活用でき、災害や環境変動による塩類化から農村が迅速に回復する方策を提案できると考えた。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、災害や気候変動による攪乱の結果生じる新たな塩類化農地の迅速な回復に向けて、農家の塩類化に対するレジリエンス (回復力) を強化するための要因を明らかにする定量化手法を開発 (以下、定量化手法の開発) することである。

### 3. 研究の方法

研究の大きな流れとしては、自然科学系 (灌漑農業に関する調査)、社会科学系 (生業・文化および社会制度などに関する調査)、社会経済系 (農家の現金獲得手段等に関する調査) の3分野が連携し、1) レジリエンス要素の決定・測定、2) 要素を用いたコンポジット指標の開発、3) コンポジット指標を用いた家計収入モデルの構築、4) 災害・気候変動によるシナリオを作成し家計収入の低下と回復時間をシミュレート、5) 収入低下と回復時間でレジリエンス評価を行うことを計画した。

具体的な調査方法は、①塩害地における塩分と水の動態把握に関する現地調査、②地域住民へのヒアリング調査、③現地資料の収集と精査、である。

### 4. 研究成果

#### (1) レジリエンス要素に関する研究

調査対象地域の農地を所有する住民を対象に、家族構成や家計状況、農地所有や利用状況等のヒアリング調査を行った。その結果から、レジリエンスに影響する要素とその関係性を検討した (図1)。①地下水位変動と塩分移動の関係、②塩害の程度と住民の対策選択 (低収量で持続・放棄・除塩・転作など) における志向性の関係、③選択した塩害対策と副業 (場合によっては主業) の家計におけるバランス、などがある。さらに②の志向性においては、④米価 (維持にかかる施策) をはじめとする農産物価格、⑤土壌改良や施肥による増収効果、⑥利用可能な水源の有無、⑦農外雇用の需要、⑧成功事例の存在、などが影響していると考えられる。また、一部の農民は干ばつ被害を強く意識する傾向がみられることから、塩害と干ばつ被害の影響を区分する必要がある。

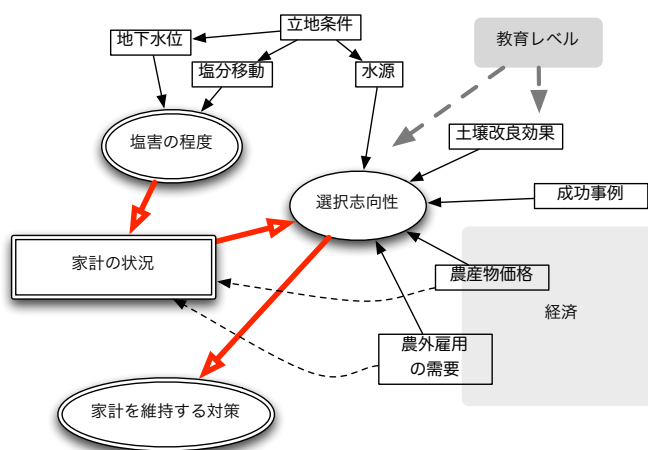


図1 レジリエンス要素とその関係性

#### (2) 圃場の塩分分布と季節変動に関する研究

2018年5月から2019年3月にかけて現地にて、電磁誘導法により土壌塩分濃度  $EC_a$  をおよそ15mの格子間隔で測定した。測定はEM38-MK2を用いて有効深度0.75mおよび1.5mで行なった。

圃場で測定した  $EC_a$  をもとに、土壌塩分の等値線図を逆距離加重法による内挿値から作成した

(図2)。北東方向に向かうにつれて  $EC_a$  値が高くなる傾向が見られた。塩害荒廃地では部分的に塩類の析出も見られ、全体的に高い  $EC_a$  値が確認された。水田と放棄地でも、部分的に高い  $EC_a$  値を示した。測定時期によって  $EC_a$  値にわずかな変化はあるものの、経時変化による  $EC_a$  の空間分布変化に顕著な傾向は掴めなかった。また、高塩分濃度の箇所は雨季・乾季共にほとんど一致しており、塩分の分布パターンに大きな変化はなかった。次に、雨季の期間である2018年5月から7月に測定した  $EC_a$  の区域ごとの平均値を図3に示す。 $EC_a$  の平均値は水田で低く、塩害荒廃地で高かった。どの区域でも測定値のばらつきが大きく、特に塩害荒廃地で大きかった。5月から7月にかけて塩分濃度はわずかに低下傾向にあり、これは降雨による塩分溶脱の効果と考えられる。また、2つの有効深度での  $EC_a$  値を比較すると、 $EC_a$  値が比較的低い地点では有効深度0.75mの方が  $EC_a$  値が低く、 $EC_a$  値が高い地点では有効深度0.75mの方が高い傾向がみられた。

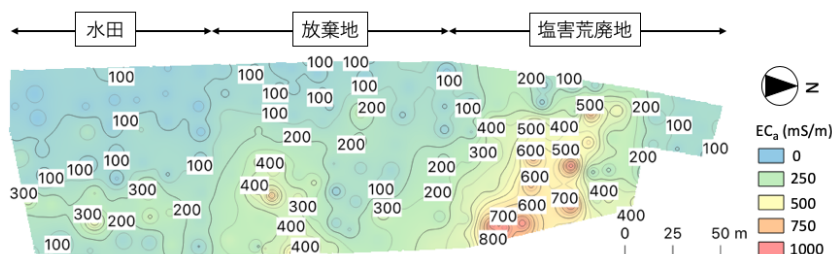


図2 有効深度0.75mの  $EC_a$  の等値線図 (2018/5/30)  
Contour map of  $EC_a$  ; effective depth range of 0.75m (2018/5/30)

### (3) 農村家計の実質消費・平準化からみたレジリエンス

2018, 2020年にコンケン県の塩害地域において、ヒアリング調査(サンプル数; 120家計)を行い、干ばつや多雨等の極端現象や季節区分のシフト、農地の塩害の外生的ショックに対する家計の実質消費・所得の平準化について検討した。

調査対象となった家計のうち101家計が干ばつを、19家計が多雨を、19家計が季節区分のシフトを過去5年間に経験したと回答している。そのうち当該農地の潜在生産性を基準にした場合、農地への塩害の影響が「ある程度ある」「非常に深刻」とする回答がそれぞれ30%あった。一人あたりの家計の差が小さいほど平準化の能力が高いといえる。そこで家計所得と消費(表1)についてみると、所得では収入源数が1のときに最大と最小の差が小さく、収入源数が2のときに差が最大となった。一方、消費の平均をみると、収入源が増えるほど消費支出が減り、その差も所得の差より小さくなる傾向にあった。このことより、ほとんどの家計では農業から収入を得ているのに対し、収入源数が2,3に分類される家計では農外収入や不労所得があることで所得の変動が生じたとしても支出の変動を抑えることができると判断された。(サンプル数が少ない収入源の数が4の場合は検討から除外)。外的なショックやストレスへの対応として、収入源の多様化は有効な手段であるものの、容易でないことが多い。そのため塩害農地の回復を中心に農業生産性の向上をはかることも検討すべきである。

表1 過去5年間の家計一人あたりの所得と消費

収入源の数	過去5年間の所得				家計数
	平均	最大	最小	最大-最小	
1	45600.7 (74056.1)	48238.7 (74581.6)	45525.8 (73961.3)	2712.9 (7287.1)	65 (54.6)
2	85066.9 (97431.0)	98161.6 (133540.3)	78473.4 (92465.8)	19688.2 (55621.5)	37 (31.1)
3	60127.2 (55459.2)	66580.3 (57165.5)	55209.5 (51733.4)	11370.8 (13996.9)	15 (12.6)
4	48420.0 (17734.2)	48440.0 (17762.5)	48240.0 (17479.7)	200.0 (282.8)	2 (1.7)
総計	59750.1 (81070.4)	66076.3 (97071.4)	57036.3 (78332.4)	9040.0 (32841.2)	119 (100.0)

収入源の数	過去5年間の消費支出				家計数
	平均	最大	最小	最大-最小	
1	31017.3 (58854.4)	31786.2 (58833.7)	28394.6 (56924.9)	3391.5 (9342.2)	65 (54.6)
2	20933.6 (36381.8)	28600.5 (72960.3)	18450.3 (36981.2)	10150.3 (39796.5)	37 (31.1)
3	13482.2 (14163.5)	14223.3 (14133.5)	11941.3 (12956.5)	2282.0 (2747.1)	15 (12.6)
4	39100.0 (52467.3)	39125.0 (52502.7)	38500.0 (51618.8)	625.0 (883.9)	2 (1.7)
総計	25807.6 (48805.2)	28704.3 (59973.5)	23357.3 (47454.8)	5347.0 (23479.3)	119 (100.0)

### (4) 塩害(津波被害)から回復とレジリエンス

スマトラ沖地震の際に被災したバンガー県においてヒアリング調査を実施した。その結果、もともと観光と漁業が中心の地域で、沿岸部には農地がそれほど多くなかったこともあり、塩害も含めた津波被害からの回復について聞き取りを行った。被災者へのヒアリングと復興曲線の照合から以下の点が明らかとなった。

①全被災者において、総じて生活が復興しつつあることを確認した。ただし、復興曲線の形状

は被災者が所属する村単位で大きく異なっており、コミュニティの共通経験や記憶が生活復興に大きな影響を与えていることがわかった。②ライフステージ、職業、世帯状況や個人的経験などの復興の個人的な差異は、曲線の形状よりも速度や程度に影響していた。また、個人の生活復興に影響を与えた要因としては、生業の多様性や農地の分散、被災時の年齢、移住、漁業から他産業への就業や開業、人々からの励ましや援助、探していた遺体が見つかった等の「心の復興」が考えられた。

本研究より、津波をきっかけに土地や公共事業等に関する紛争が生じることで地域が抱える課題が顕在化し、生活復興のパターンに影響を与えていたことが明白となった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Katsuyuki Shimizu and Naho Nohara and Tadao Yamamoto and Takashi Kume and Chuleemas Boonthai Iwai	4. 巻 11
2. 論文標題 Temporal and Spatial Distributions of Soil Apparent Electrical Conductivity in Paddy Rice Fields, Khon Kaen, Thailand	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Environmental and Rural Development	6. 最初と最後の頁 158-162
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Katsuyuki Shimizu, Naho Nohara, Tadao Yamamoto, Takashi Kume, Chuleemas Boonthai Iwai
2. 発表標題 Investigation of Temporal and Spatial Distribution of Soil EC at Paddy Rice fields in Khon Kaen, Thailand
3. 学会等名 International conference on Environmental and Rural Development（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Naho Nohara, Minoru Yokochi, Takashi Inoue, Tadao Yamamoto
2. 発表標題 Functional Evaluation of Groundwater Level Decreasing in Non-sloped Subsurface Drainage System in Upland Field on Peatland
3. 学会等名 International conference on Environmental and Rural Development（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山本忠男, 生方史数, 松田浩敬, 久米崇, 清水克之
2. 発表標題 タイ東北部における塩害に対する農家のレジリエンス強化に関する一考察
3. 学会等名 農業農村工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 野原菜穂, 清水克之, 久米崇, ChuleemasB.I., 山本忠男
2. 発表標題 タイ王国コンケン県における土壌塩類化の実態
3. 学会等名 農業農村工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 生方史数, ナパポン・パンカモルシル, 松田浩敬, 久米崇, 山本忠男
2. 発表標題 2004年インド洋大津波後の住民生活の長期復興過程: タイ・パンガー県の事例
3. 学会等名 農業農村工学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松田浩敬, 生方史数, Chuleemas IWA I, 久米 崇, 山本忠男
2. 発表標題 気候変動・塩害下の開発途上国農村家計の消費平準化: タイ・東北部の事例
3. 学会等名 農業農村工学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本忠男, 野原菜穂, 久米崇, 清水克之, ChuleemasB.I.
2. 発表標題 タイ東北部における土壌塩分濃度の季節変動と除塩効果
3. 学会等名 農業農村工学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木芽偉, 久米崇, 山本忠男, 清水克之
2. 発表標題 降雨と排水改良によるタイ東北部における塩類土壌改良評価
3. 学会等名 農業農村工学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野原菜穂, 久米崇, 清水克之, ChuleemasB.I., 山本忠男
2. 発表標題 排水路からの距離が除塩効果に及ぼす影響－タイ・コンケン県の事例研究－
3. 学会等名 農業農村工学会大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	清水 克之 (SHIMIZU Katsuyuki) (10414476)	鳥取大学・農学部・教授  (15101)	
研究分担者	生方 史数 (UBUKATA Fumikazu) (30447990)	岡山大学・環境生命科学研究所・教授  (15301)	
研究分担者	松田 浩敬 (MATSUDA Hirotaka) (50451901)	東京農業大学・農学部・准教授  (32658)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	久米 崇  (KUME Takashi)  (80390714)	愛媛大学・農学研究科・准教授    (16301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関