

令和 4 年 6 月 7 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K21663

研究課題名（和文）アジアの伝統暦法は「異常気象」を予測できるか

研究課題名（英文）Do Asian Traditional Calendars Predict Extreme Weather Events?

研究代表者

古澤 拓郎（Furusawa, Takuro）

京都大学・アジア・アフリカ地域研究研究科・教授

研究者番号：50422457

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,600,000円

研究成果の概要（和文）：アジア各地で生業を営むために用いられてきた在来暦法が、平年とは異なる多雨や少雨、強風などの異常気象を予測できているのかを、現地調査・文献調査と20年間にわたる人工衛星画像解析を組み合わせて検証をした。自然暦を取り入れた太陰太陽暦であるスンバ島西部暦は、特定の季節における自然状態を観察して平年の状態と比べることで、その年の気象条件を予測して、生業を自然条件に合わせて行うことに適していたと考えられる。高度に規則化された太陰太陽暦であるバリ暦は、組織的な治水による大規模な水田稲作によって、気象にかかわらず植生変動はゆるやかにしたと考えられる。しかし地球規模気候変動や現代農業には適さない暦法もある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、伝統暦法を文化や歴史の観点だけではなく、各地で起こってきた異常気象の予測に役立ってきたメカニズムを解明したという点で、独創的であった。また、現在の地球規模気候変動に、伝統暦法が役立てられるかを探ったという点で、挑戦的であった。伝統暦法の中には、現代の暮らしや、気候にはなじまなくなり、その知恵が失われていくものもある。しかし、今後地球規模の気候変動が進む場合には、過去の自然状態を理解したうえで、新しい状態を予測していくことが必要になるため、伝統暦法のメカニズム解明は過去の自然状態＝「平年値」を示すことができたという点で、社会に大きな貢献をした。

研究成果の概要（英文）：We examined whether the traditional calendar systems used for subsistence farming in various parts of Asia could predict abnormal weather events such as high or low rainfall and strong winds that differ from the normal year, using a combination of field and literature surveys and satellite image analysis over a period of 20 years. The Western Sumba calendar, a luni-solar calendar that incorporates a natural calendar, was considered suitable for predicting the weather conditions of the year and adapting livelihoods to natural conditions by observing natural conditions during specific seasons and comparing them with those of a normal year. The Balinese calendar, a highly structured luni-solar calendar, is thought to have moderated vegetation fluctuations regardless of weather conditions due to large-scale paddy rice cultivation with systematic water management system. However, some calendar systems are not suitable for global climate change and modern agriculture.

研究分野：人類生態学、東南アジア地域研究

キーワード：異常気象 伝統文化 暦 インドネシア MODIS 植生変化 ゴカイ類

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

現代世界で広く受容されているグレゴリオ暦は、地球上の環境変動の影響を受けない天体の運動に合致するように高度に規則化されたものである。一方、世界各地の生業社会では、季節変化をあらかじめ知り、それに備えるための「暦法」を持っており、これに沿って農業、漁業、狩猟、採集などを円滑に行い、社会を持続させてきた。インドネシアにおいては、独自の太陽暦であるジャワ島中部における Pranoto Mongso 暦 (岡田ら 2014)、規則化された太陰太陽暦であるバリ暦 (五十嵐 2008)、不規則な太陰太陽暦であるスンバ島西部の諸暦などがある。天体の運動に対するグレゴリオ暦の精度は他の暦法の追従を許さないが、それが在来暦法を席卷した社会の中には、暦に本来必要とされていたはずの生業との関係性が失われた場合もある。

「異常気象」とは、平年とは大きくかけ離れた天候により社会的に大きな影響をもたらした現象 (気象庁 HP) であり、大雨、干ばつ、異常高温、日照不足などが挙げられる。近年では、地球規模の気候変動という文脈で異常気象が取り上げられるが、そのような人間活動に由来する異常気象が広がるより前にも、自然の変動により、平年にはない乾季の長期化、集中豪雨は起こっていた。

こういった背景から、2つの疑問が生じる。(1) 伝統的社会には、数年~数十年に一度起こるような異常気象があっても生業を維持できる暦法を持っていたのではないか? (2) グレゴリオ暦がユビキタスに広がることで、伝統的な異常気象の予知と対応が崩れたのではないか?

2. 研究の目的

そこで本研究は、アジア・太平洋各地の伝統暦を収集・分析し、同時に人工衛星画像解析や気象データベースを元にしてそれぞれの地域の時系列的な植生変化・気象変化を分析し、グレゴリオ暦と伝統暦のどちらがより正確に植生変化・気象変化を予知しているか、算出を試みる。

3. 研究の方法

在来暦法の理論 (仕組み) と実践 (生業とのかかわり) について、文献収集と現地調査を行った。

異常気象については、衛星観測 MODIS の植生指数 MOD 13Q1 データ (v6)、降水量データ (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data : CHIRPSv2)、観測所における気温データについて時系列解析 (状態空間モデル) を行った。

4. 研究成果

最初の分析は、スンバ島西部の暦について行われた。この地域は、10月頃に始まる雨季に合わせて畑作を開始し、年末年始の多雨・強風が過ぎてから田植えを開始し、4月頃から乾季を迎える。降水量の少ないサバナ気候に属し、水源も少ないことから、森林は谷沿いに限られ、農耕適地も限られる。

東ヌサテンガラ州西スンバ県における暦は、ランボヤ県の祭司が太陽周期を観測し、ランボヤ郡内で大儀礼を行う。乾季の終わりにランボヤ郡で約1か月間行われる Podu 儀礼では、北東にあるロリナ郡に伝わり、ロリナ郡は雨季の開始や天体の動きを観測しつつ、改めて約1か月間の Podu 儀礼を行う。一方、ランボヤ郡が雨季の後半を知らせる Pasola (もしくは Nyale) の儀礼を行うと、南東にあるワノカカ郡に伝わり、翌月にワノカカ郡はゴカイの生殖群泳や天体の動きを観察しつつ、改めて Pasola の儀礼を行う。1年の日数や月数は定まっていないが、秋分を目印に Podu 儀礼の期間が始まり、Pasola は夏至が過ぎた後で乾季が始まる前に終わる。これら3郡がそれぞれで行う観測は、必ずしも精度は高くないが、このように言語も異なる3郡間で領域を超えて「季節」がクロスチェックされることによって、乾季と雨季の重要時期が特定されるようになっている。このように日数・月数が定まっておらずとも、太陽や自然の兆し (シグナル) を伝達しながら儀礼を行うことで、無自覚のうちに太陽周期と同期する暦は「無自覚な」太陰太陽暦もしくは「シグナル伝達」の暦と呼ぶことができる (古澤 2017)。

図1はスンバ島西部にあるランボヤ郡、ロリナ郡、ワノカカ郡における在来暦法の行事を、植生指数 (NDVI) 変動と重ねたものである。植生指数は、4月頃から乾季になると徐々に下がり始め、10月頃から雨季が始まると急激に上がった。しかし、2016年は異常気象により4月~10月の間にも一定の雨が降ったため、この年は季節変動が平年ほど明瞭ではなかった。

この間、これらの3つの郡では、伝統的祭司が太陽と月の運行およびゴカイ類の生殖群泳という自然現象、さらに他の天体や潮汐などを頼りに在来暦法における時期を特定しており、乾季の

終わりを予知する Podu、雨季の後半を予知する Pasola（もしくは Nyale）という大儀礼が行われた。これらの儀礼が行われた時期は、図 1 におけると必ずしも特異的な植生指数の状態と合うものではなかった。

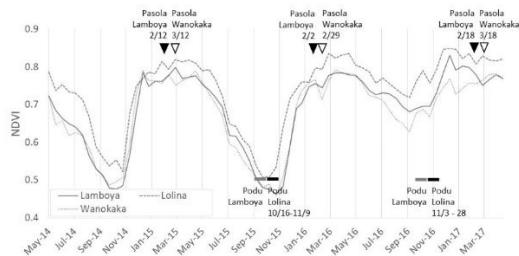


図 1 . スンバ島西部ランボヤ郡・ロリナ郡・ワノカカ郡における 2014 年 5 月～2017 年 4 月の植生指数変化 (Furusawa and Siburian 2019)

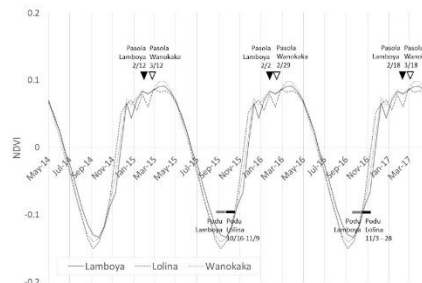


図 2 . スンバ島西部ランボヤ郡・ロリナ郡・ワノカカ郡における 2014 年 5 月～2017 年 4 月の植生指数変化の季節周期 (Furusawa and Siburian 2019)

しかし、図 2 に示すように、状態空間モデルにより季節周期だけを抽出すると、Podu と Pasola の祭りは、それぞれ植生指数が底から上がり始める時期と頂点に達しようとしている時期と一致している。

改めて図 1 で 2015 年から 2016 年をみると、2 月にランボヤ郡とワノカカ郡で Pasola が行われた。例年であればこの時期はまだ雨季であるが暴風雨の時期を過ぎているため、田植えを行うものであり、田植えが終わった後には乾季に入っているはずであった。しかし、その後も雨が降る日があったため、植生指数は例年と比べると高い値となった (Furusawa & Siburian 2019)。

このことは、乾季に例年よりも植生が多い年になることや、日照不足による冷害が起こる可能性を示唆する点で、Pasola の時期に人々が異常気象を予知できる可能性を示す。また、雨季に入ると同時に始める畑作は、乾季終了前に乾燥した大地を天地返しして養分豊富な土壌を表面にして用いられるが、降水がある場合はその作業ができなくなる。つまり Podu の時期に、例年よりも植生が多い状態は、それからの畑作が不良である可能性を予知する。なお、Podu と Pasola の間には、Mangata (サギソウの 1 種) が開花するという月もある。

続いて、スンバ島西部の暦を、Pranoto Mongso 暦とバリ暦と比べることとし、それぞれ西スンバ県、グヌンキドゥル県 (ジョグジャカルタ特別州)、ギャニャール県 (バリ州) を取り上げる。

ジョグジャカルタ特別州は雨季・乾季が明瞭で、年間降水量は多い熱帯モンスーン気候に属する。Pranoto Mongso は夏至を、年の始まりとして、一年 365 日 (うるう年は 366 日) 12 か月の太陽暦であるが、毎月の日数がグレゴリオ暦と大きく異なり、初月から順に 41、23、24、25、27、43、43、26 (うるう年は 27)、25、24、23、41 日で構成される。これは地面に棒を立てた時の太陽の影の長さや向き、つまり太陽の高さと方向に連動されているとされる (岡田ら 2014)。それを表すように、毎月の日数は夏至を境にして、対照的にできている。この月数構成が、ジャワ島中部の自然の周期や農事に適合しているとされる。ただし、グレゴリオ暦の浸透や、地球規模気候変動、さらに高収量品種米による収穫回数の増加などにより、この在来暦法は農事には用いられなくなっている。

バリ島も熱帯モンスーン気候である。バリ暦は、インドの暦の影響を受けており、毎月は大陰周期に基づき、メトン周期 (19 年に 7 回) による置閏法により太陽周期に合わせるという太陰太陽暦である。暦法と自然の太陰周期・太陽周期それぞれとの乖離が調整されるよう、高度に規則化されているが、その規則は東アジアの旧暦と比べても複雑である。また今でも複数の暦製作者により、若干異なる暦法が存在している (五十嵐 2008)。ギャニャール県は、住宅地を除く大半は、伝統的水利組織スバックによって管理された稲作水田地帯である。

図 3 では、20 年間における植生指数の状態空間モデリングにより太陽周期と一致する季節周期が緑色であり、非季節変動がオレンジ色で示されている。季節周期はグヌンキドゥル県で最も大きく、西スンバ県ではそれよりもやや小さく、ギャニャール県で最も小さい。また、非季節変動もグヌンキドゥル県と西スンバ県で大きく、ギャニャール県で最も小さい。つまりグヌンキドゥル県と西スンバ県は、太陽の動きに応じた乾季・雨季の植生変動が大きい、それ以外の要因による変動がそれに匹敵するほど大きいことが分かった。

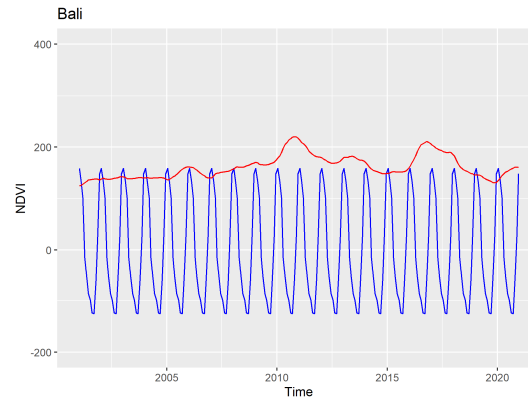
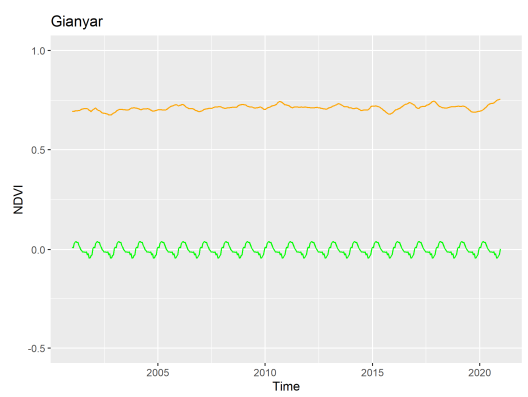
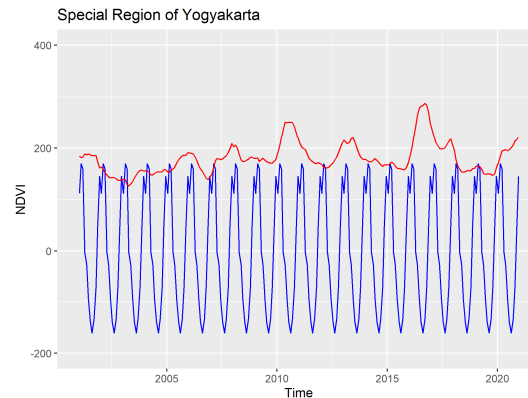
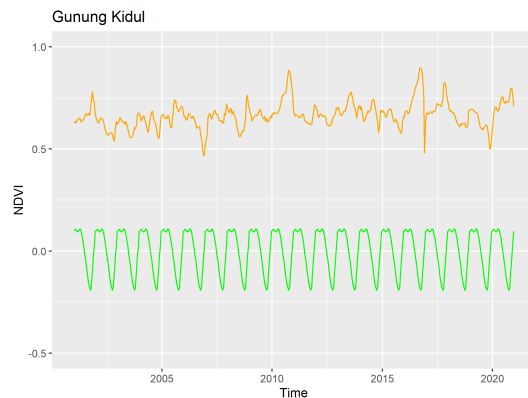
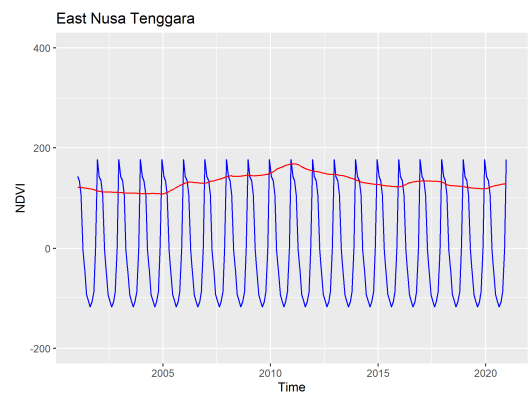
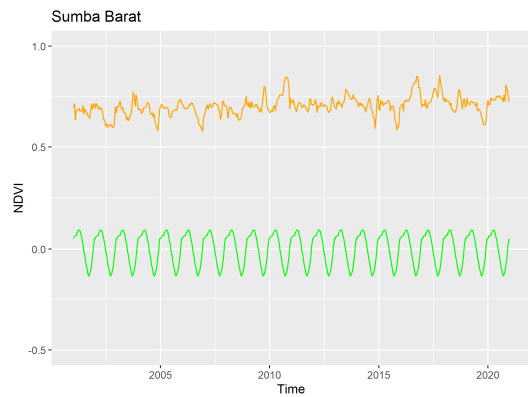


図3．西スンバ県（Sumba Barat）、グヌンキドゥル県（Gunung Kidul）、ギヤニャール県（Gianyar）における2000年1月～2020年12月の植生指数の季節周期（緑色）と非季節変動（オレンジ色）

図4．東ヌサテンガラ州、ジョグジャカルタ特別州、バリ州における2000年1月～2020年12月の降水量の季節周期（青色）と非季節変動（赤色）

続いてこれら3郡の属する、東ヌサテンガラ州、ジョグジャカルタ特別州、バリ州の降水量を、CHIRPSデータから推測したものを季節周期と非季節変動として示す(図4)。なお、CHIRPSの空間解像度が低いため、県レベルではなく、州レベルでの分析を行った。この3州ではいずれも雨季と乾季の明確な降水量の季節周期がみられたが、東ヌサテンガラは非季節変動の降水量は最大でも200mmを下回り他よりも低かった。その一方、ジョグジャカルタ特別州、バリ州では非季節変動が、年によって大きく増減していた。

西スンバ県については、他の2県に比べると経済力が低く、また現代的な技術の導入にあまり積極的ではない。しかし、降水量が少なく、農耕生産も不安定な地域である。州レベルでみた降水量は、年-年変動がそれほど大きくないが、県レベルでみると、比較的小さな降水量変動が大きな植生変動になりやすい。そのため在来暦法は、小さな降水量変動でも植生変動を予測できるものが適応的となる。Poduの儀礼は、ランボヤ郡で太陽周期を確かめたあと、ロリナ郡へと移り、その2太陰周期の間に初雨が降るかどうかがみられている。また、Mangataの開花、ゴカイ類の生殖群泳という自然の変動を観察しながら、大雨が過ぎた後に田植えをするようになっていく。このように、太陰太陽暦の準じた暦であるが、同時に自然を観察して柔軟に生業を営んでいる。

もともと Pranoto Mongso もスンバ島西部の暦も、いずれも在来暦法上の新年は太陽と一致する(それぞれ秋分と夏至)が、その後の暦進行は太陽周期を等分したのではないという共通点がある。この共通点は、非季節周期の大きい地域での季節予知に有用であった可能性がある。一方、高度に計算された暦は、毎年厳密に決められた規則によって儀礼が執り行われるなど、政治・社会を維持するためには有効であった可能性が考えられる。

本研究は、伝統暦法を文化や歴史の観点だけではなく、各地で起こってきた「自然の」異常気象の予知に役立ってきたメカニズムを解明したという点で、独創的であった。また、現在の地球規模気候変動に、伝統暦法が役立てられるかを探ったという点で、挑戦的であった。太陽周期は雨季・乾季などの季節の周期とおよそ一致するが、実際の雨季開始や植物の開花などと厳密に一致するわけではないため、暦法は単に太陽周期における時点を特定するだけではなく、その時点での自然状態を組み込めるものであることで、異常気象を予め前提とした生業に適合することが明らかになった。

Pranoto Mongso 暦がほとんど使われなくなったように、在来暦法の知恵は失われつつあるが、スンバ島様にゴカイ類生殖群泳の周期を取り入れたロンボク島では暦の学術研究が進むなど (Bachtiar and Odani 2021) 知恵を見直す動きもある。地球規模異常気象への適応においては、平年値というよりも、こうして学術的に明らかにされた過去の暦と新しい自然状態を見比べることで、人々は生業を調整していくことができると考えられる。

参考文献

五十嵐忠孝 . 2008 . 「バリのこよみ・考 現行太陰太陽暦が辿って来た道」『東南アジア研究』45(4): 497-538.

岡田芳朗ら . 2014 . 『暦の大辞典』. 朝倉書店
気象庁 . 「日本の異常気象」

https://www.data.jma.go.jp/gmd/cpd/longfcst/extreme_japan/index.html

古澤拓郎 . 2017 . 「インドネシア・スンバ島西部の在来暦法 : 「苦い月」と「ゴカイ月」をめぐる地域間シグナル伝達の分析から」『アジア・アフリカ地域研究』17 (1): 1-38.

Bachtiar, I., Odani, S. (2021). Revisiting the Spawning Pattern of Nyale Worms (Eunicidae) Using the Metonic Cycle. ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences, 26 (2), 87-94

Furusawa, Takuro and Siburian, Rikson. 2019. Do Traditional calendars forecast vegetation changes in Western Sumba, Indonesia? Analyses of indigenous intercalation methods and satellite time-series data. People and Culture in Oceania 35: 1–30.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2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 0件）

1. 著者名 Takuro Furusawa and Rikson Siburian	4. 巻 35
2. 論文標題 Do Traditional Calendars Forecast Vegetation Changes in Western Sumba, Indonesia? Analyses of Indigenous Intercalation Methods and Satellite Time-Series Data	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 People and Culture in Oceania	6. 最初と最後の頁 1-30
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Bachtiar Imam, Odani Shingo	4. 巻 26
2. 論文標題 Revisiting the Spawning Pattern of Nyale Worms (Eunicidae) Using the Metonic Cycle	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences	6. 最初と最後の頁 87～94
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14710/ik.ijms.26.2.87-94	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 1件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Takuro Furusawa
2. 発表標題 Indigenous Calendars in Western Sumba Island, Indonesia: Signals for "Bitterness" and "Sea Worms"
3. 学会等名 Symposium on Calendars used in Asia (West-, South-, Southeast-, East-) and Oceania (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 古澤拓郎	4. 発行年 2021年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 540-541
3. 書名 「珍味・食わず嫌い」野林厚志（編集委員長）『世界の食文化百科事典』	

1. 著者名 古澤拓郎	4. 発行年 2020年
2. 出版社 昭和堂	5. 総ページ数 49-63
3. 書名 「環境：オセアニアにおける植物利用の民族学」梅崎昌裕・風間計博（編）『オセアニアで学ぶ人類学』	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>動画「ニャレ：東インドネシアの聖なる珍味」 https://youtu.be/EXA0VrPoFcI</p>

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	小谷 真吾 (Odani Shingo) (90375600)	千葉大学・大学院人文科学研究院・教授 (12501)	

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
---------	---------