

添付資料-9 稲作栽培マップ作成の資料

目次

添付資料－9 稲作栽培マップ作成の資料

9.1 解析の背景	IX-1
9.2 陸稲 NERICA 栽培条件	IX-1
9.3 解析の概要（解析フロー）	IX-2
9.4 解析データの入手	IX-4
9.5 陸稲 NERICA 栽培リスクの検討	IX-6
9.6 稲作栽培マップ（陸稲 NERICA 栽培適地区分図）の作成	IX-19
9.7 稲作栽培ポテンシャル地域の抽出および栽培条件別面積の集計	IX-23
9.8 稲作栽培ポテンシャル地域の抽出および栽培条件別面積の集計	IX-23

9.1 解析の背景

第4回アフリカ開発会議（TICAD 4、2008年）において、アフリカ稲作振興に関する意見交換を行うプラットフォームとして「アフリカ稲作振興のための共同体」（Coalition for African Rice Development: CARD）が立ち上げられ、2018年までの10年間（第1フェーズ）でコメ生産量の倍増が活動の目標となった。コメ増産にむけてバリューチェーン、栽培環境別、人材育成、南・南協力の4分野に取り組むアプローチがとられ、これらを軸にCARD参加各国で国家戦略が策定され、支援プロジェクトなどの活動が行われてきた。その結果、2018年にはコメ生産量の倍増（1,400万トンから2,800万トン）が達成され、2019年からは、2030年に向けさらなる生産量倍増を目指すこととなった。

第1フェーズの成功を受け、第7回アフリカ開発会議（TICAD 7、2019年）では、2019年から2030年の11年間の第2フェーズとし、5,600万トンのコメ増産が目標とされた。現時点において、各国において個別の目標が設定され、目標達成に向け戦略が作成されているところである。また、参加国も第2フェーズにおいて8カ国増え、第1フェーズの23カ国から32カ国となった。

第1フェーズの生産強化アプローチ「栽培環境別」の取り組みは、灌漑水田、天水低湿地、天水畑地などの栽培環境に応じた品種選定、栽培技術などの活動であったが、NERICA（New Rice for Africa：NERICA）栽培普及も主要な活動項目となった。

第2フェーズもにおいてNERICA栽培の普及は米増産の大きな要素となるが、収量が少ないという課題も残される。作付面積はサブサハラでの140万haを超えるものの、生産量は295万トンであり平均収量は2.10トン/haに留まる。アフリカ全体の稲作単収2.64トン/haと比べて少なく、さらに、CARD参加国の中においても1トン/haにも及ばない地域も認められる（JAICAF 2019、Africa Rice Center 2013年データ）。

NERICAが本来、多収性の品種であることを考えると、これら低収量な地区では環境に合わない栽培管理など、根本的な問題があることが指摘され、このような低収量の地域での適切な栽培管理の普及がアフリカ全体のコメ生産量増加に有効であるとされている。

本解析作業を通じ、第2フェーズ目標達成への戦略の作成、及びサブサハラ・アフリカ地域の稲作改善の基礎資料としNERICA栽培における「稲作栽培マップ（陸稲NERICA栽培適地区分図）」を作成した。これらの「稲作栽培マップ」の活用により、参加国においてNERICA栽培に適した地域の選定、および地域環境に応じた栽培管理の普及が容易となり、NERICAが本来もっている多収性能を引き出し、収量増加に繋がることが期待できる。

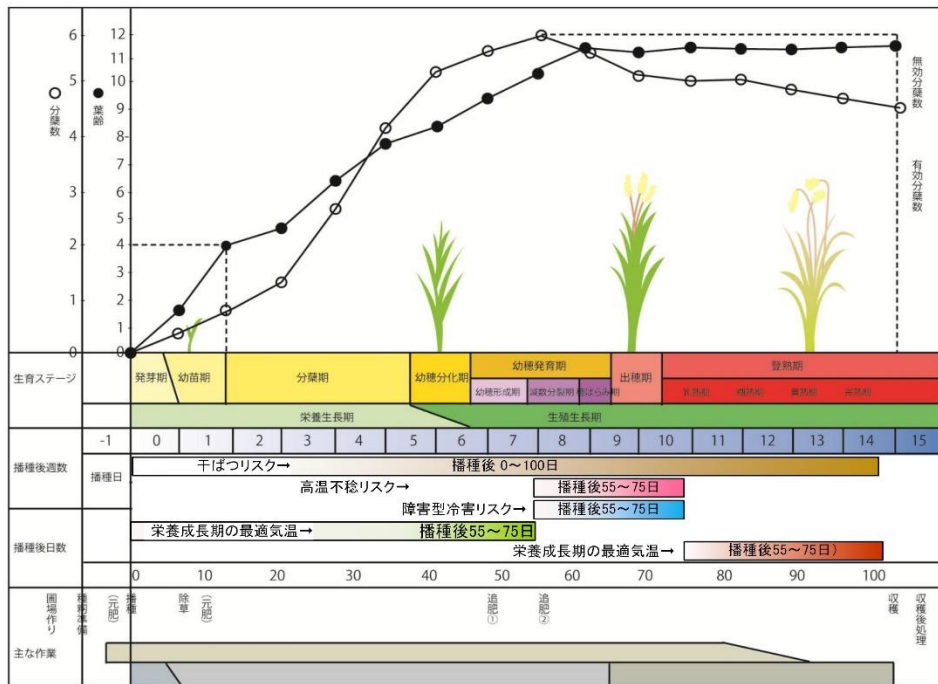
9.2 陸稲NERICA栽培条件

稲作栽培マップは、衛星データを基に解析された空間情報（日雨量、日気温、pH分布）を地上の研究成果である陸稲NERICA栽培リスク条件表（降雨量、気温、土壌pH条件など、表9-1参照）に基づき、栽培リスクを整理した分布図である。

稲作栽培マップの精度は、利用の時系列空間データ（雨量、気温）のセルサイズに依存することから、現時点で入手できる高精度の日雨量データとして、TAMSAT（4kmグリッド Univ Reading、NCAS、NCEO）、気温データとしてCHIRTS-daily（5kmグリッド、Climate Hazards Center（CHC））を利用した。加えて、これを上回る精度の土壌、土地被覆図、国立公園・自然保護区などの地理空間データを入手し解析にあてた。

表 9-1 陸稲 NERICA 栽培リスク条件表

■干ばつリスク	天水栽培不適	干ばつリスク高 (栽培推奨難しい)	干ばつリスク中 (栽培可)	干ばつリスク低 (積極的栽培推奨)	
降水量(播種後0~100日)	< 15mm/5日	15~20mm/5日	20~25mm/5日	> 25mm/5日	
■高温不稔リスク	栽培不適	高温不稔リスク劇高	高温不稔リスク高	高温不稔リスク中	高温不稔リスク低
平均最高気温(播種後55~75日)	> 50°C	45~50°C	40~45°C	35~40°C	< 35°C
■障害型冷害リスク	栽培不適	冷害リスク劇高	冷害リスク高	冷害リスク中	冷害リスク低
平均気温(播種後55~75日)	< 15°C	> 15°C or < 17°C	> 17°C or < 19°C	> 19°C or < 22°C	> 22°C
■栄養成長期の最適気温	栽培不適	生育不良リスク高	生育不良リスク中	生育不良リスク低	生育最適温度
平均気温(播種後0~55日)	< 12°C or > 50°C	12~16°C or 45~50°C	16~19°C or 40~45°C	19~25°C or 35~40°C	25~35°C
■登熟期の最適気温	栽培不適	登熟障害リスク高	登熟障害リスク中	登熟障害リスク低	登熟最適温度
平均気温(播種後76~100日)	< 10°C or > 50°C	10~18°C or 43~50°C	18~20°C or 36~43°C	20~22°C or 30~36°C	22~30°C
■土壌適正	土壌適性なし	適正あり	適性良	陸稲NERICA栽培リスク条件	
土壌pH	< 4.5 or > 7.0	4.5 - 5.5	5.5 - 7.0		



陸稲NERICA育成ステージ及びリスク別の栽培期間

(出典:「ネリカの育て方 JICA」にリスク別栽培期間を加筆)

9.3 解析の概要 (解析フロー)

稲作栽培マップの解析に先立ち、過去の解析域の雨量データを整理、合わせて過去のコメ生産量などを参考に解析対象年(多雨年、通常年、少雨年)を決定した。

また解析対象年において、日雨量時系列データから NERICA 栽培期間となる雨期期間を決定し、育成ステージ別(栽培期間、栄養成長期、生殖成長期など)の雨量、気温データを整理した。これを栽培リスク条件表(表 9-1 参照)に照らし合わせて栽培リスクを区分し、さらに土壌特性区分図を重ね解析域の栽培マップを作成した。

以下に解析フローを示す(図 9-1 参照 ①~⑬参照)。**解析データの入手**

解析に利用したデータは気象、水文、土壌、灌漑、環境、人口、地表被覆、農業統計、行政界などに関する情報である(表 9-2 参照)。このうち、気象・水文データは、地上観測と衛星情報を統合した再解析データであり、土壌・灌漑・環境・人口データは地上情報を補完したグリッドデータである。

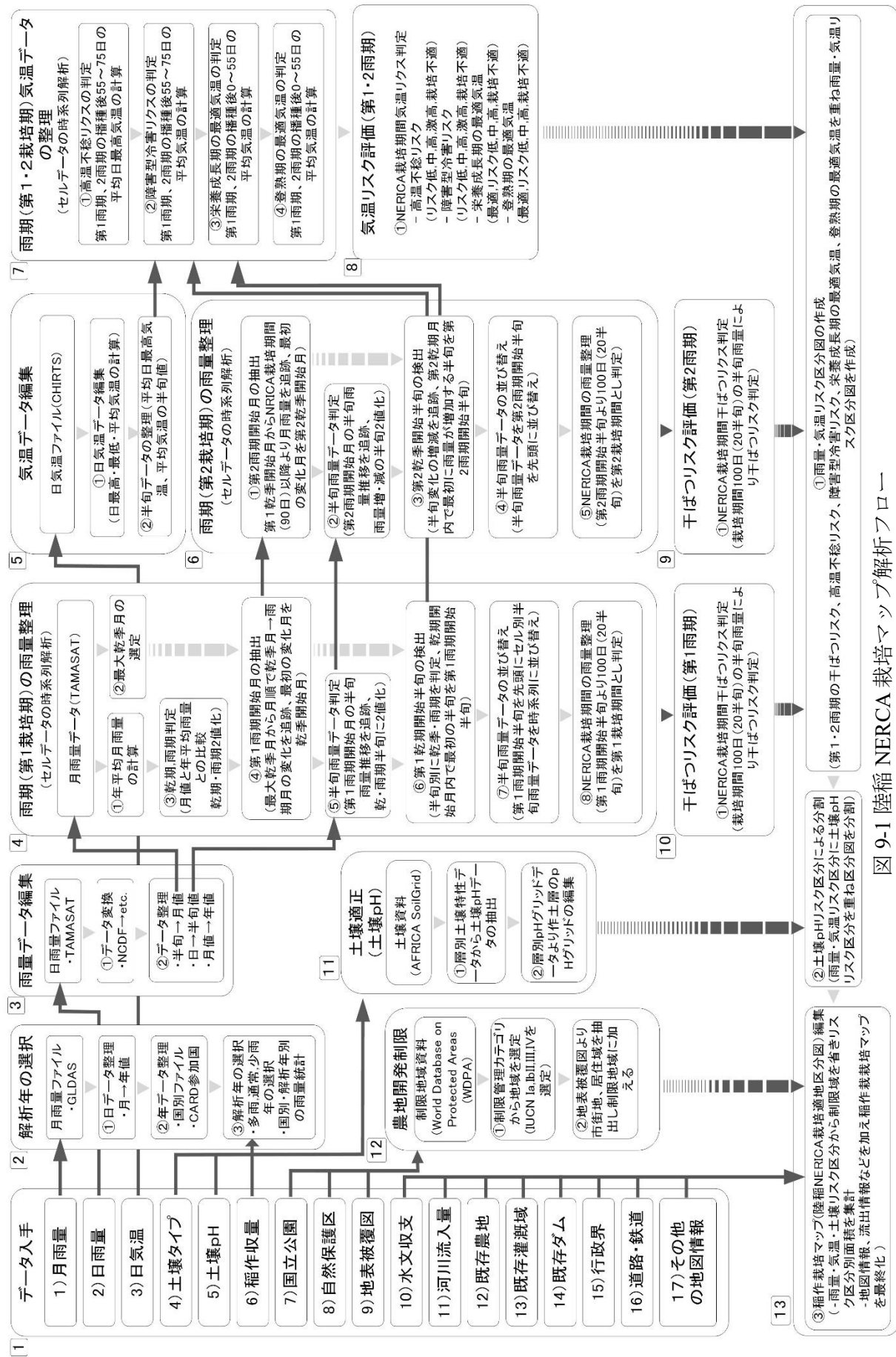


図 9-1 陸稻 NERICA 栽培マップ解析フロー

9.4 解析データの入手

解析に利用したデータは気象、水文、土壌、灌漑、環境、人口、地表被覆、農業統計、行政界などに関する情報である (表 9-2 参照)。このうち、気象・水文データは、地上観測と衛星情報を統合した再解析データであり、土壌・灌漑・環境・人口データは地上情報を補完したグリッドデータである。

表 9-2 解析データリスト

収集データ	データ名	出典	説明
1)月雨量	GLDAS Land Data Assimilation System	Earthdata, NASA	https://ldas.gsfc.nasa.gov/data
	WorldClim : Global climate and weather data	World Clim Organization	https://www.worldclim.org/data/index.html
2)日雨量	TAMSAT: Tropical Applications of Meteorology using SATellite data and ground-based observations.	University of Reading, Climate Division of the National Centre for Atmospheric Science (NCAS) and the National Centre for Earth Observation (NCEO)	http://www.tamsat.org.uk/data/
3)日気温	CHIRTS-daily: Climate Hazards center InfraRed Temperature with Stations climate	Climate Hazards Center Partnerships & Affiliates	https://chc.ucsb.edu/data/chirtsdaily
4)土壌タイプ	Harmonized World Soil Database v 1.2	FAO Land & Water	https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/harmonized-world-soil-database-v12/en/
	FAO Digital Soil Map of the World (DSMW)	FAO Land & Water	https://data.apps.fao.org/map/catalog/srv/eng/catalog.search?id=14116#/metadata/446ed430-8383-11db-b9b2-000d939bc5d8
5)土壌 pH	Soil property maps of Africa at 250 m resolution (Africa SoilGrids - Soil pH in H2O)	ISRIC - World Soil Information (World Data Centre for Soils)	https://www.isric.org/projects/soil-property-maps-africa-250-m-resolution
6)稲作収量	Crops and livestock products	FAOSTAT- FAO	https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL
7)湖沼・湿地	Global Lakes and Wetlands Database	Conservation Science Data and Tools, World Wildlife Fund	https://www.worldwildlife.org/pages/global-lakes-and-wetlands-database
8)保護地域	World Database on Protected Areas (WDPA)	ProtectedPlanet.net, UN Environment Programme World Conservation Monitoring Centre	https://www.protectedplanet.net/en/thematic-areas/wdpa?tab=WDPA
9)地表被覆図	CGLS-LC100 V3.0	Copernicus Global Land Service (CGLS) , ESA	https://lcviewer.vito.be/2019
10)表面流出	FLDAS: the Famine Early Warning Systems Network (FEWS NET) Land Data Assimilation System.	Earthdata, NASA	https://ldas.gsfc.nasa.gov/fldas
11)河川流入	World Water Development Report	Water Systems Analysis	https://wwdrii.sr.unh.edu/index.html

収集データ	データ名	出典	説明
量	II	Group (University of New Hampshire)	
12)既存農地	Sentinel-2 10m land cover time series of the world from 2017-2021	Global land cover change maps (Copernicus Global Land Service)	https://www.esri.com/partners/impact-observatory-a2T5x0000084pJXEAY/sentinel-2-10m-land--a2d5x000005jw9NAAQ
13)既存灌漑域	Global map of irrigated areas	AQUASTAT - FAO	https://www.fao.org/aquastat/en/geospatial-information/global-maps-irrigated-areas
14)既存ダム	The Global Reservoir and Dam Database, Version 1, Revision 01 (v1.01)	Earthdata, NASA	https://sedac.ciesin.columbia.edu/data/set/grand-v1-reservoirs-rev01
15)行政界	GADM, the Database of Global Administrative Areas,	Geospatial Centre, University of Waterloo	https://gadm.org/data.html
16)道路・鉄道	Infrastructure data	World bank	https://maps.worldbank.org/toolkit/infrastructure?infraToolkit=regional&regional=Eastern%20and%20Southern%20Africa&layers=infra65,infra623,infra66&transparencies=0,0,0
17)その他地図情報(人口)	Spatial distribution of population in 2020	Global High Resolution Population Denominators Project, WorldPop Organization	https://www.worldpop.org/geodata/summary?id=24777
" (河川)	SRTMGL3 v003	Earthdata NASA	https://search.earthdata.nasa.gov/search?q=SRTMGL3%20v003&fst0=Land%20Surface
" (比高)	Global Terrain Slope and Aspect Data	FAO SOILS PORTAL	http://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-maps-and-databases/harmonized-world-soil-database-v12/terrain-data/en/
" (地形勾配)	GMTED2010	The U.S. Geological Survey and the National Geospatial-Intelligence Agency	https://earthexplorer.usgs.gov/

栽培リスクに区分には、月雨量、日雨量、日気温、土壌 pH、河川流入量データを利用した。主要なデータセットの詳細を以下①～⑤項に示す。

① 月雨量

月雨量データは、アフリカ全域の長期の雨量分布情報が必要であったことから地上観測データ、衛星データ、及びこれらを統合する気象モデル（全球陸域データ同化システム）により再現されたグリッドデータを入手した。解析期間をカバーしている全球陸域データ同化システム（GLDAS）の公開データ（2000～2022 年、NASA）、および、高空間分解能の地球規模の気象・気候データのデータベースとして利用されている WorldClim データ（1970-2000 年、WorldClim version 2.）を入手した。図 9-2 に 2000 年～2020 年の年雨量の変化を示す。

② 日雨量

日雨量データは、アフリカ全土を対象にかつ分解能の高いデータが必要であったこ

とから、公開データベースより TAMSAT データを利用した。TAMSAT はアフリカ全土の 4km 分解能の日降水量の推定値であり、飢饉の早期警報、干ばつ保険など、農業政策の意思決定への利用のためアーカイブは 1983 年から蓄積されている。本解析では、CARD 参加 32 カ国の解析では、解析年の 2006 年、2010 年、2011 年、及び 2015 年の 4 ヶ年、またケニア国においては 2006 年～2015 年の 10 年間のアーカイブデータセットを入手した。図 9-4、9-5 に解析年の年雨量分布を示す。

③ 日気温

日雨量データは、日雨量と程度の分解能で、かつ内挿に頼った推定値よりも精度の期待できる CHIRTS-daily を利用した。CHIRTS-daily は、月別データセット(CHIRTS-max: Climate Hazards center InfraRed Temperature with Stations)と欧州気象機関の ERA5 再解析 (version 5 of the European Centre for Medium-Range Weather Forecasts Re-Analysis) を組み合わせた日別データセットからなる。約 5km グリッドで南緯 60 度から北緯 70 度をカバーする 1983～2016 年の最高・最低気温プロダクトである。図 9-10 に解析年の平均日最高気温分布、及び日平均気温分布を示す。

④ 土壌 pH

Harmonized World Soil Database (DSMW) および FAO Digital Soil Map of the World (DSMW)を参照し解析域の土壌タイプを確認した後、SoilGrids 2.0 の土壌 pH (H₂O) 分布データを手に入れた。Soilgrid2.0 (250m グリッド) は、土壌観測データ (ISRIC World Soil Information Service ,WoSIS)と、植生、地形、気候、地質、水文学などの地球環境共変量より作成された土壌特性別の土壌マッピング図であり、6 つの標準深度 (200cm まで) 情報からなる。解析では 6 深度のうち、稲作栽培に関係する 0-5 cm、5-15 cm、15-30 cm の 3 深度の土壌 pH 予測値を使った。図 9-15 にレイヤ 1-3 層の平均値 (0-30 cm 平均) の土壌 pH 区分図を示す。

⑤ 直接流出および河川流入量 (基底流出)

灌漑水源の評価のため、降雨から分離した水文成分として FLDAS データ、および河川流入量データとして、World Water Development II (UN WWDR2) データを手に入れた。FLDAS データは既存地表モデルを活用した水文収支データセットであり、提供される水文収支変数より直接流出成分データを利用した。また WWDR2 は河川への流入までの水利用、水路および河川網のトポロジーに基づいて推定された河川流入量データであり、解析域の 1 km グリッドデータを手にし稲作栽培可能地域の照査に利用した。

9.5 陸稲 NERICA 栽培リスクの検討

9.5.1 解析年の選択

解析域は CARD 参加 32 カ国を対象とし、かつ分解能の高いグリッドデータを使うことからデータ量は膨大となり、処理に多く労力と時間がかかることが想定された。計算量の軽減を図るため解析期間を、多雨年、通常年、少雨年に絞ることとした。

解析対象年の選定の前段階とし、過去の長期にわたる広域データの分析が可能な GLDAS (Models VIC-LSM) データを用い過去 20 年の年雨量分布図を再現した (図 9-2 参照)。

年雨量分布図の分析から、一部域に限ると多雨、少雨などの年別変動は追跡可能であるもの

の、広域（北半球から南半球にかかる解析全域）において多雨年、通常年、少雨年の判別は難しく、年較差を明らかにするため CARD 対象国全域の平均（流域）雨量を計算した。

CARD 国（フェーズ 1 対象 23 カ国）の過去 20 年間の年雨量の平均は 1,130mm、この期間における最少は 1,141mm、最大は 1,233 mmであり、その変動幅は年平均の 17%である（図 9-3 参照）。年雨量の推移とコメ生産量との関係を見ると、ピーク的一致（多雨年＝生産量最大、または少雨年＝生産量最小）は認められないものの、両者の変化には相関があり概ね各年のコメ生産量は多雨年で生産量が増大、少雨年で生産量が減少する傾向が確認できる（図 9-3 右図参照）。平均年雨量がコメ生産量に影響すると想定し、CARD 対象国全域の平均（流域）雨量（2000 年～2020 年）から解析年を

-少雨年：2015 年

-通常年：2011 年

-多雨年：2006 年、及び 2010 年

の 4 年と設定した。

なお、ケニア国については、解析の 4 年間に、2007 年～2009 年（3 年間）、及び 2012～2014 年（3 年間）を加えた 10 年間について連続的な解析を行うこととした。

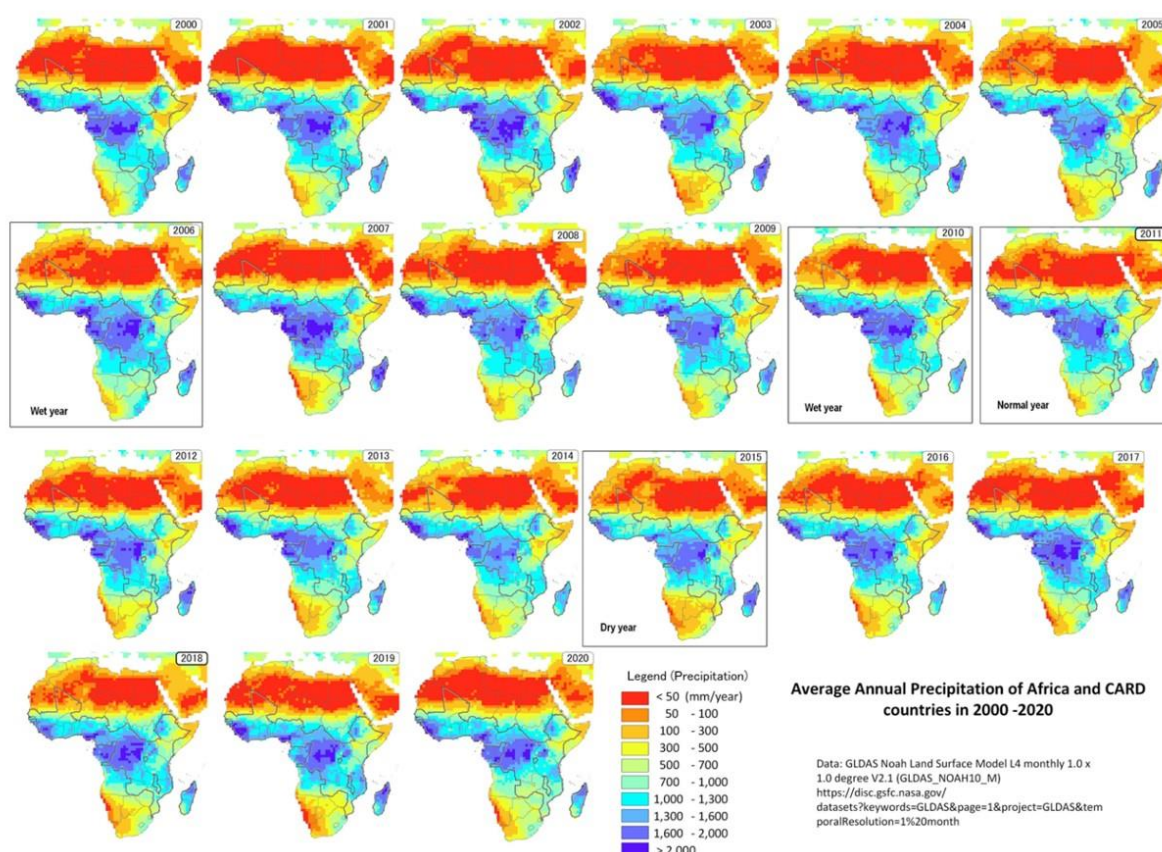


図 9-2 アフリカ大陸の年雨量分布の推移（2000～2020 年）

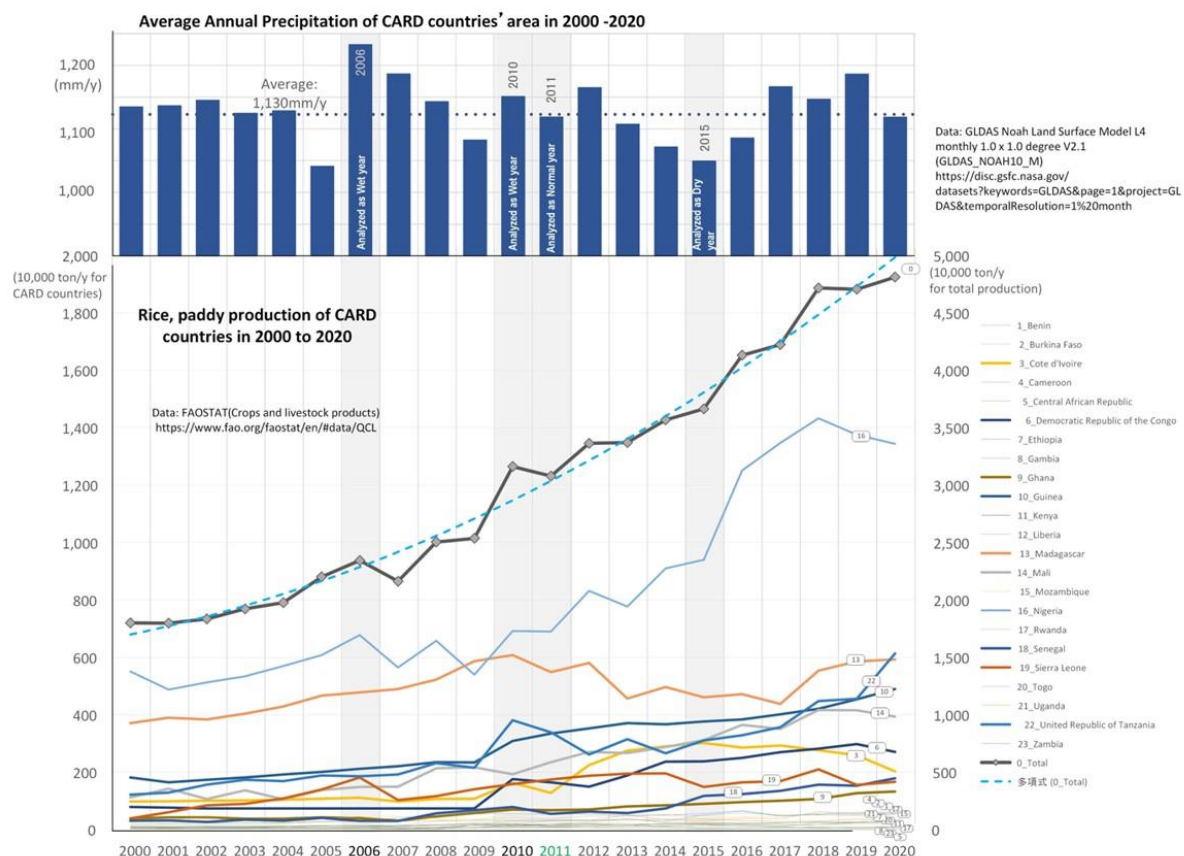


図 9-3 CARD 参加国の平均年雨量および稲収量の推移(2000～2020 年)

9.5.2 雨量データ編集

陸稲栽培における年変動及び栽培ステージ別の解析のため、高分解能の気象再解析データ (TAMASAT-daily) を利用したが、多次元データ (変数) 格納用ファイル形式 (NETCDF) であるため、配布ファイルに含まれる変数から日雨量 (補正雨量) を抽出し、汎用の地理参照情報が埋め込まれたイメージファイル形式 (GEOTIFF) への変換を行った。イメージファイルはアフリカ全域の日雨量で 1 ファイルとなることから $4 \text{ 年} \times 365 \text{ 日} = 1460$ ファイルの作業データを準備した。また、解析は半旬、および月単位でも行うことから、作業データから半旬別の合計を計算し $4 \text{ 年} \times 72 \text{ 半旬} = 288$ ファイル、また月別の合計を求め $4 \text{ 年} \times 12 \text{ 半旬} = 48$ ファイルを解析にあてた。

9.5.3 雨期 (栽培期) の雨量整理

播種時期の解析に先立ち、広域データ (低～中分解能 GLDAS データ : 100km グリッド) により解析年の雨量分布を確認した (図 9-4 参照)。各年での相違は、熱帯域の年雨量は少ないが、赤道から離れ、亜熱帯～サバナ域外縁 (例えば 1,000mm/年の等値線以上) の範囲に注目すると年別の変動は大きい。また、広域データ (GLDAS) と解析に使用する TAMASAT データ (4km グリッド、日・半旬・月情報) との比較検証では、TAMASAT データの高い分解能から、解析域内の変動幅 (セル別最大～最小雨量) は強調される結果となった。

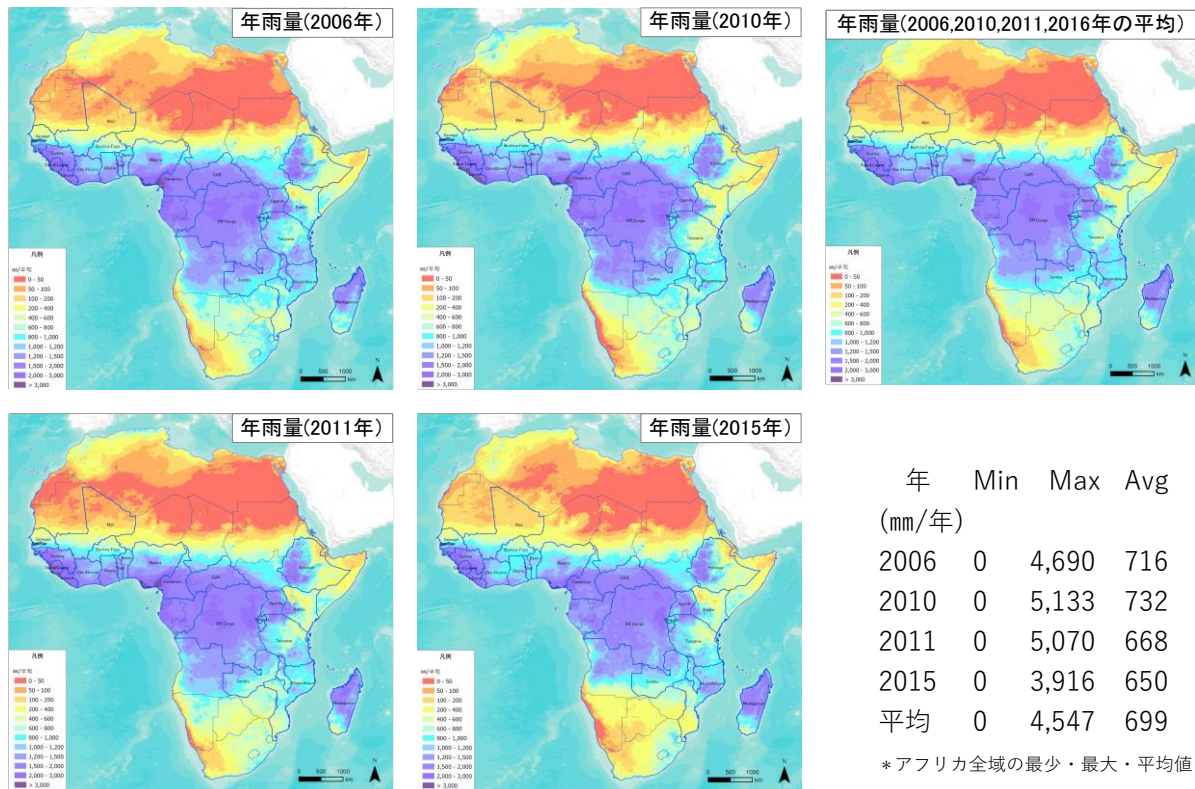


図 9-4 解析対象年の雨量分布(TAMASAT データ)

陸稲の播種を雨期開始（播種時期＝雨期開始時期）が解析の前提条件であることから TAMASAT データからこれら変化を追跡できるかを調べた。雨期は赤道収束帯の移動に伴い北半球では春～夏、南半球では、秋～冬に生起し、TAMASAT データより得られる地点毎の地点別の時系列雨量分布（図 9-5 参照）では、

- ・ 北半球の中緯度地域（北緯 10° 以北）では、雨期は 1 回で 1 月以降、南半球（南緯 15 度以南）においても雨期は一回で 4 月以降に始まり、
- ・ 低緯度地域（北緯 5 度～南緯 10 度）では、雨期は 2 回が認められ、夫々第 1 雨期は 1 月以降、第 2 雨期は 7～9 月以降に始まる、

と読み取れる。一方で、雨期への移行期で降雨日は断続的、かつ地点、対象年により雨量に大きな違いも認められる。

これら予察から、実施可能な解析手順を、

- ・ 雨期開始時期の抽出は、第 1 雨期については解析域全域で認められることから、まず全域を対象に第 1 雨期の抽出を行い、その後の栽培期間後に第 2 雨期開始時期を抽出する、
- ・ 雨期移行期の降雨は断続的であり、不規則な降雨パターンから短期期間の降雨記録のみで雨期の判定は難しい。このため雨期開始の判定はまず月値行い、その後、解析の時間間隔である半旬値に細分する、

こととした。次項①～⑤に、第 1 雨期（栽培期）の雨量データ整理の手順を示す。

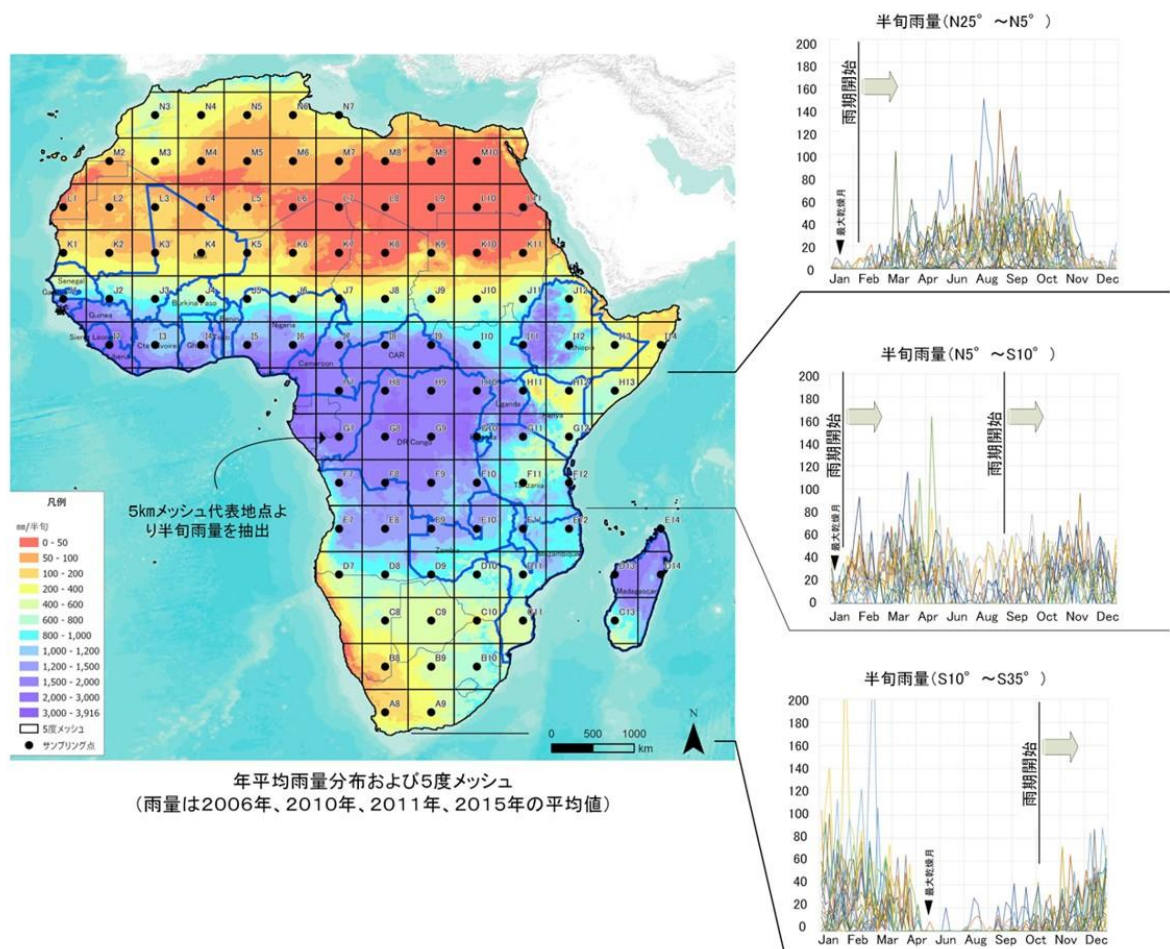


図 9-5 地点別の時系列雨量分布 (TAMASAT データ)

① 年平均月雨量の計算

TAMASAT データ（月雨量）から各セルの年平均月雨量を計算し、これを以下の基準に従い乾期月・雨期月の判定を行った。

乾期月：月雨量 $\geq$ 年平均月雨量

雨期月：月雨量 $<$ 年平均月雨量

② 乾期・雨期判定、および乾期雨期 2 値比

乾期月、雨期月の基準に従いセル別に乾期月と雨期月を判別し、乾期月に値 (0) 及び雨期月に (1) を与えセル値を 2 値化、月別ファイルに整理した。また、月別ファイルを統合し年間の雨期月数を求めた (図 9-6 左図参照)。

③ 最大乾期月の抽出

2 値化ファイルの検索起点とし年間最大乾期月を抽出した。各解析年で月雨量が最も少ない月を抽出、年別ファイルを作成した (図 9-6 右図参照)。

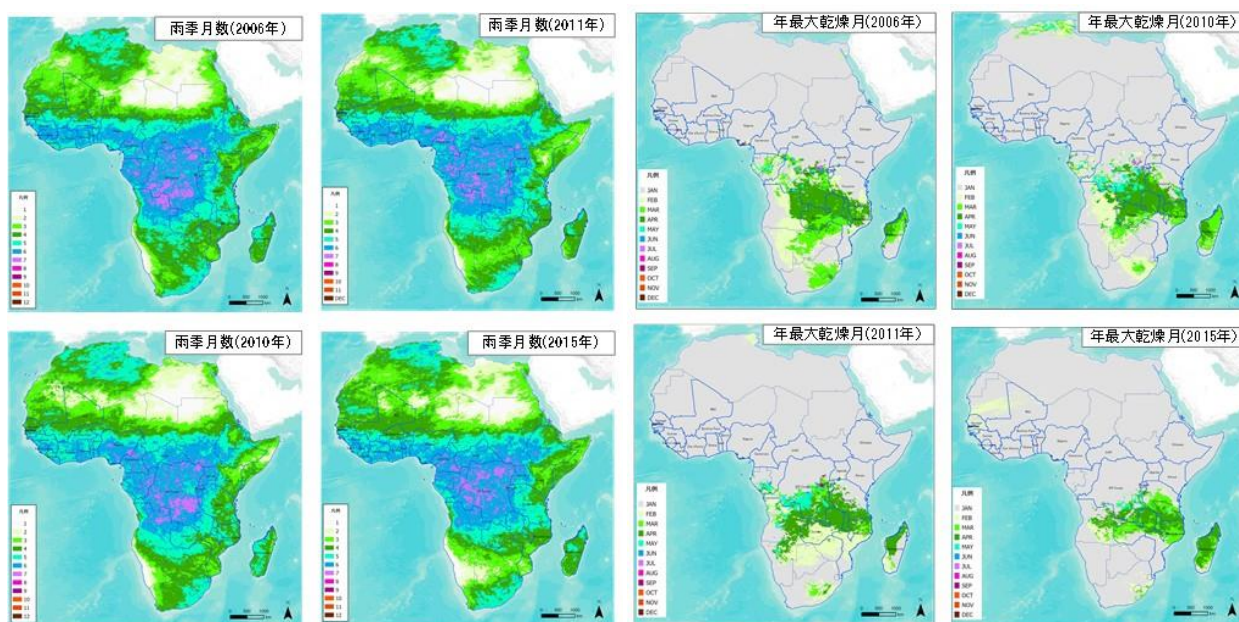


図 9-6 年間雨季月数及び最大乾期月 (TAMASAT データ)

④ 雨季開始月、半月の抽出

雨季開始時期の検出を2段階（月と半月単位）で行った。雨季開始時は、降雨が断続的で再び乾燥に転じる現象も頻繁に認められることから、まず解析幅を広くとり月単位で雨季の到来を調べ、その後、半月単位に細分することとした。

この手順に従い、第1雨季開始月の抽出を②項で作成した月別2値化ファイルを検索することで行った。また③項の年間最大乾期月を検索起点とし、各セルで、順次月を追って最初に乾期(0)→雨季(1)の増化が検出された月を雨季開始月とした。さらに、雨季開始半月への細分は、開始月の半月雨量データより、同月で最初に年平均半月雨量を超える時点を雨季開始半月に設定した(図 9-7 参照)。

第2雨季開始時期についても、第1雨季と同様の手法を使い決定した。検索の開始時期を第1雨季開始後の3カ月（ほぼ陸稲生育期間）に起点をずらすことで、第2雨季開始月、及び開始半月を抽出した。(図 9-7 参照)。

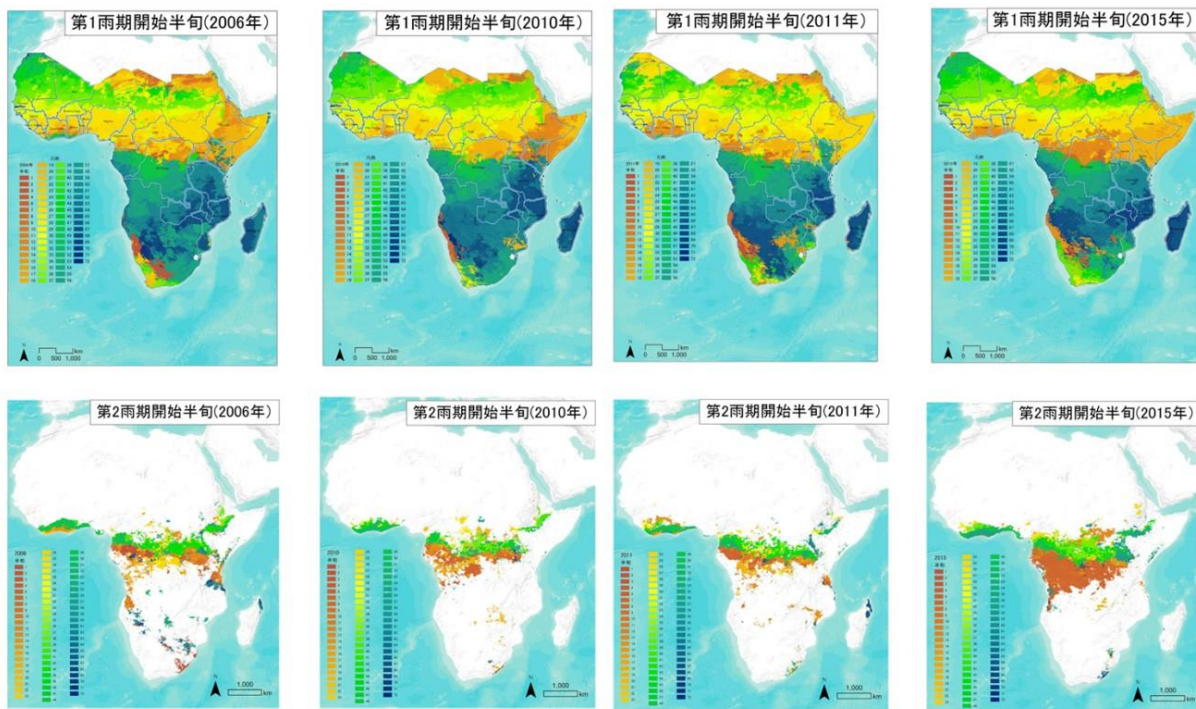


図 9-7 雨期開始半旬 (第 1 雨期、第 2 雨期)

⑤ 半旬雨量の並び替えおよび雨量整理

解析対象域は広く両半球に広がることから、雨期は北半球では春から夏、南半球では秋から冬に生起し陸稲 NERICA の栽培時期も両半球で大きく異なる。この地域差を調整し、栽培期間の雨量を計算するため、セル単位で雨量データの並び替えを行った。

第 1 および第 2 雨期開始半旬（播種時）を各セルの先頭とし半旬雨量データを時系列に並び替え 4 次元データセット（セル緯度、経度、雨量、時間（半旬））の作成、栽培期間の雨量を計算した（図 9-8 参照）。

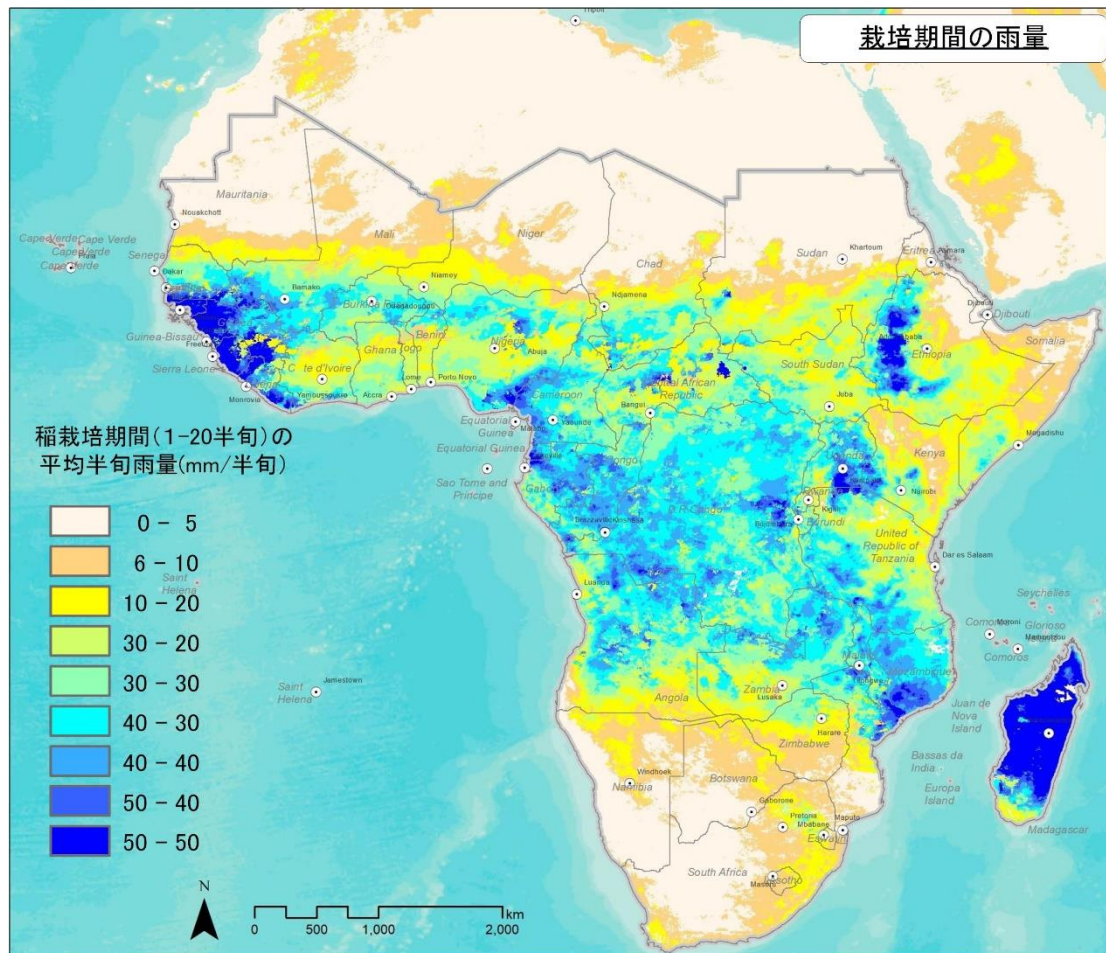


図 9-8 陸稲 NERICA 栽培期間の雨量（第 1 雨期・第 2 雨期）

9.5.4 干ばつリスク評価

第 1 雨期・第 2 雨期開始時期（播種）から 100 日（20 半旬）の雨量を求め、栽培期間中の干ばつリスクを検討した。栽培リスク条件表より、天水栽培不適、干ばつリスク大（栽培困難地域）、干ばつリスク中（栽培可能地域）、及び干ばつリスク少（栽培推奨地域）を区分し、干ばつリスク区分図に纏めた（図 9-9 参照）。

第 1 雨期の干ばつリスクの少ない栽培推奨地域の面積は、多雨年の 2010 年で最大となるが、第 2 雨期において面積の拡大は多雨年ではなく、少雨の 2015 年に認められる。また、第 2 栽培期（第 2 雨期）の栽培適地は各年とも第 1 雨期と比べ狭く熱帯地域に集中し、連続降雨日数などの降雨パターンに大きな影響を受けていることが想定される。

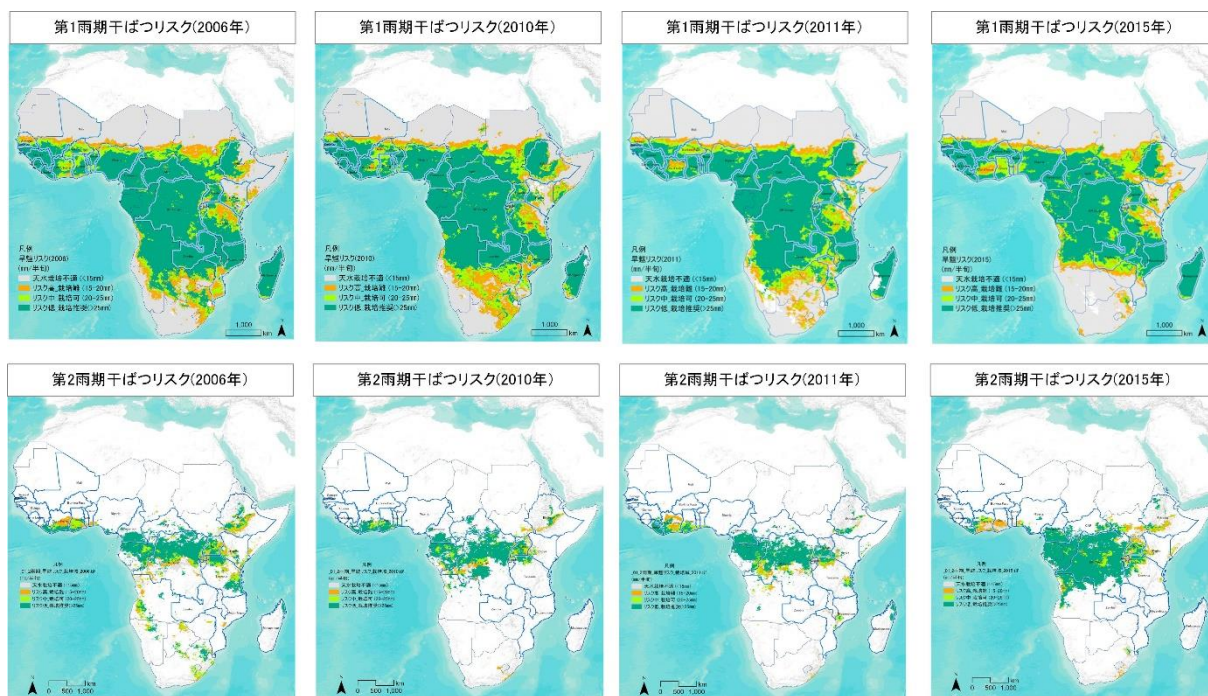


図 9-9 干ばつリスク区分図（第 1 雨期・第 2 雨期）

9.5.5 気温データ編集

干ばつリスク（中）以下の陸稲栽培可能～栽培推奨地域において、少雨年、通常年、多雨年の第 1 雨期・第 2 雨期の気温データを編集し、栽培時の高温・低温環境におけるリスクを次項①～③の手順で評価した。

① 日気温データの編集

日気温データは CHIRTS-daily データセットを使い編集を行った。配布ファイルに含まれる変数は日最低気温、日最高気温であったことから、両変数から日平均気温を計算した。また、解析の時間精度に合わせるため、日データより半旬別に平均値を計算し、（半旬平均）日最高気温、及び（半旬平均）平均気温データセットを作成した。

② 半旬データの整理

各年で日最高気温及び日平均気温の 72 半旬レイヤ（解析用レイヤー）を作成、これらのレイヤを重ね合わせ、日最高気温の平均値、日気温の平均値の分布図を作成し、データの欠測、異常値の混入の有無を調べた（図 9-10 参照）。

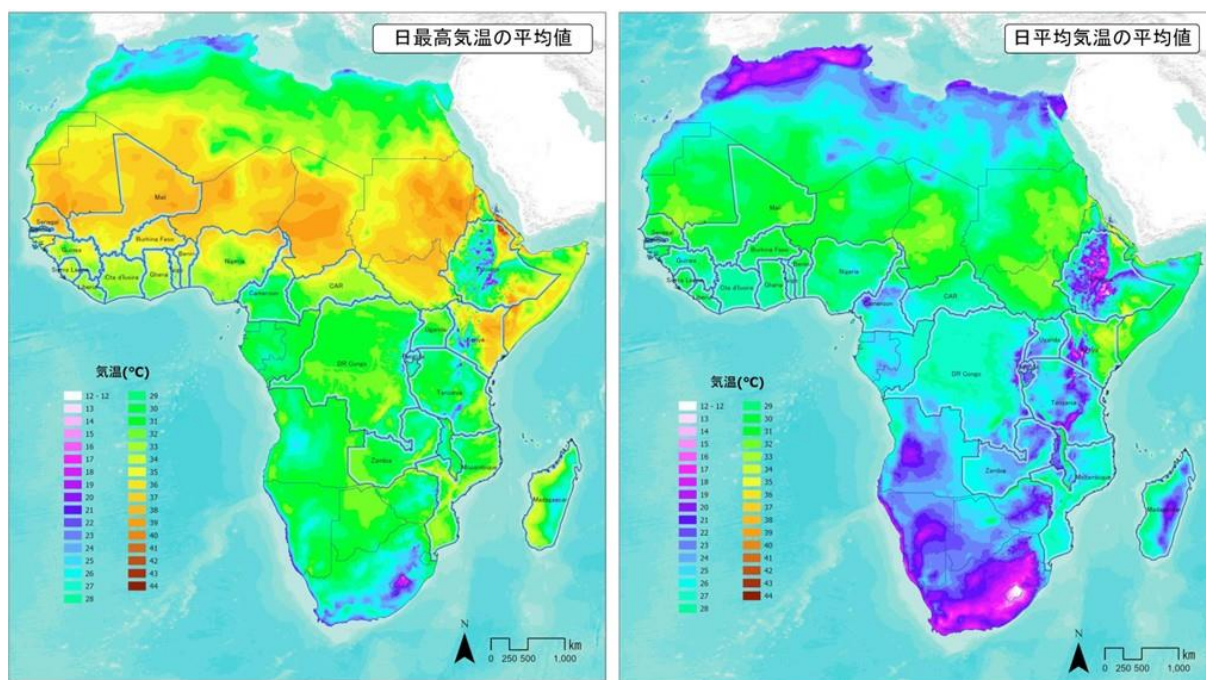


図 9-10 日最高気温・日平均気温分布（年平均値）

③ 雨期（栽培期）の気温データ整理

陸稲栽培ステージ別の半旬最高・平均気温データを整理、栽培ステージ別の気温分布から栽培リスク（不稔・生育リスク）を判定し、リスクの段階に応じた地域区分を実施、気温リスク区分図を作成した。

ア) 高温不稔リスク

陸稲栽培の幼穂発育期～出穂期（播種後 55 日～75 日）の平均最高気温を栽培リスク条件表と比較し、高温不稔リスク分布図を作成した（図 9-11 参照）。

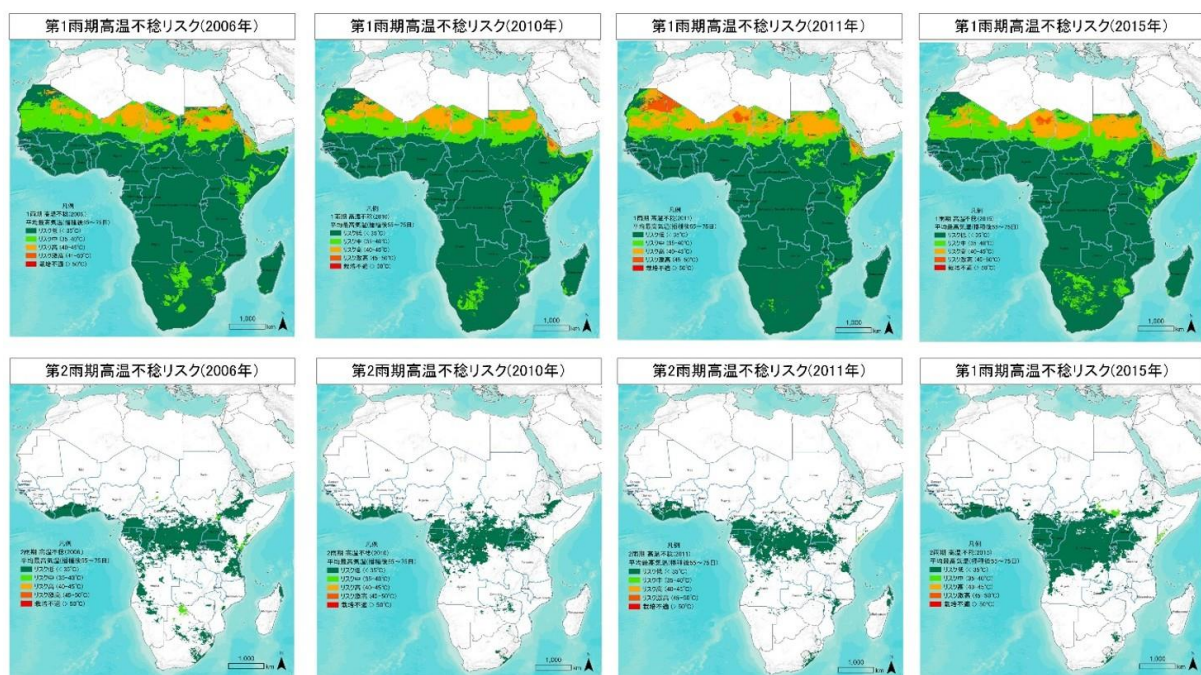


図 9-11 気温リスク区分図（高温不稔リスク 第1雨期・第2雨期）

イ) 障害型冷害リスク

陸稲栽培の幼穂発育期～出穂期（播種後 55 日～75 日）の平均気温と栽培リスク条件を比較し、障害型冷害リスク分布図を作成した（図 9-12 参照）。

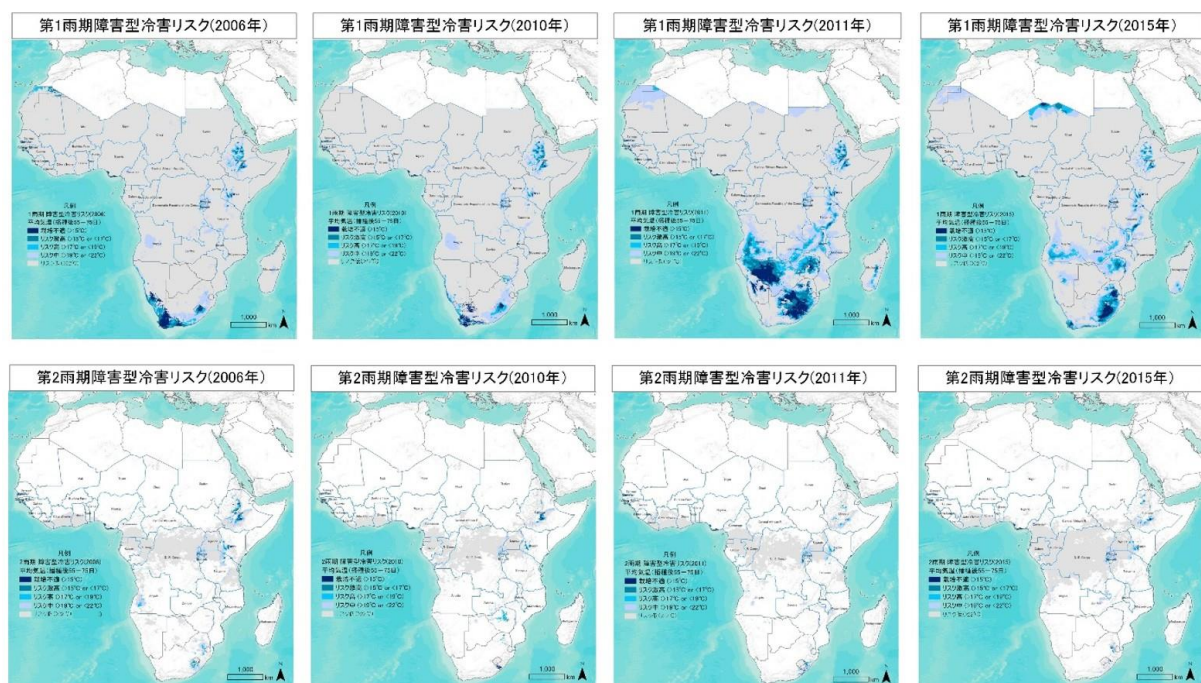


図 9-12 気温リスク区分図（障害型冷害リスク 第1雨期・第2雨期）

ウ) 栄養成長期最適気温

陸稲栽培の栄養成長期（播種後 0 日～55 日）の平均気温と栽培リスク条件を比較し、栄養成長期最適気温リスク分布図を作成した（図 9-13 参照）。

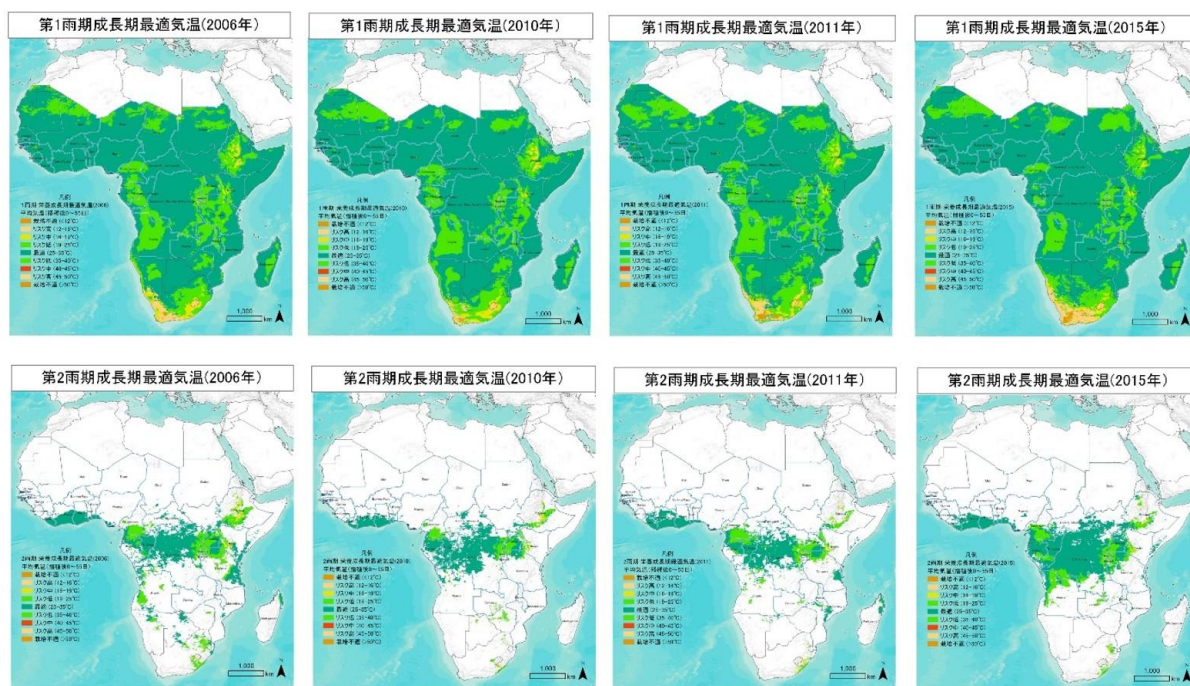


図 9-13 気温リスク区分図（成長期の最適気温 第1雨期・第2雨期）

エ) 登熟期の最適気温

陸稲栽培の登熟期（播種後 76 日～100 日）の平均気温を栽培リスク条件に従いリスク区分を行い、登熟期最適気温リスク分布図を作成した（図 9-14 参照）。

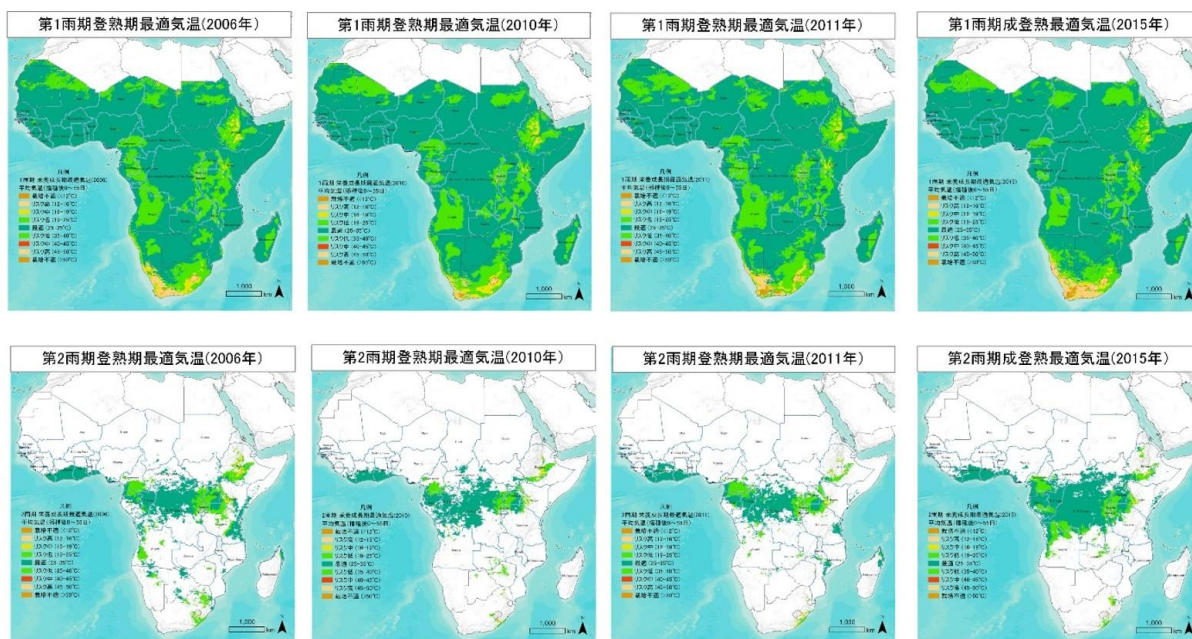


図 9-14 気温リスク区分図（登熟期の最適気温 第1雨期・第2雨期）

9.5.6 土壌適正

① 土壌情報の整理

土壌pHデータは、SoilGridデータセットのLevel 1～3（0～5, 5～15, 15～30 cm、ガラス電極法）を利用した。Level 1～3データを体積で加重平均し土壌pH分布図を作成、さらに栽培リスク条件に従いリスク区分を行い、pH適正区分図を作成した（図9-15参照）。

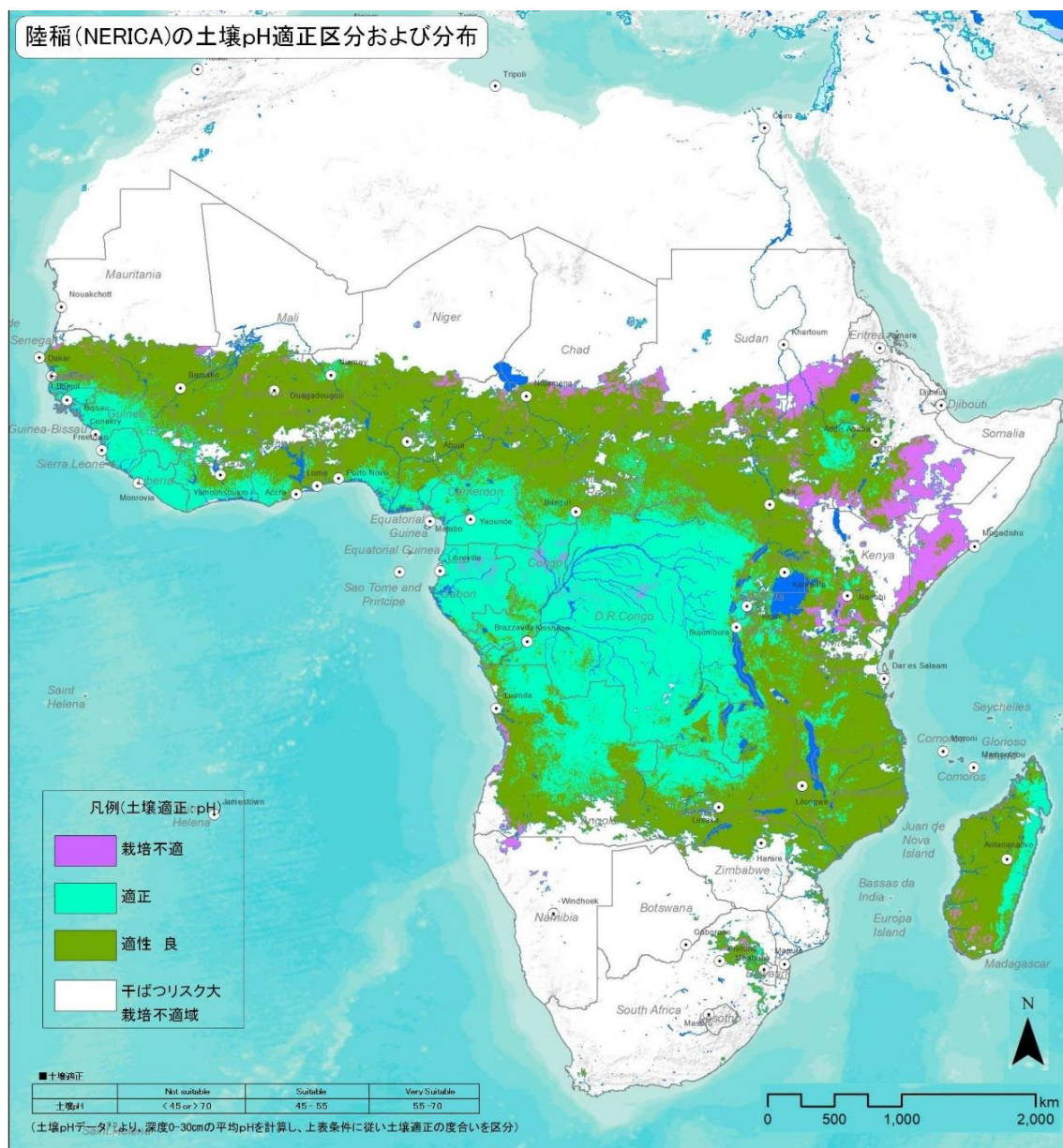


図 9-15 土壌 pH (H₂O) 適正区分図(表層 0～30 cm : soilGrid layer1～3 平均)

9.5.7 単独年（少雨年、通常年、多雨年）データ、及び連続解析（ケニア国 10 年）データ

前節 9.5.4～9.5.5 で述べた干ばつ、高温不稔、障害型冷害、成長期・登熟期の適正気温に関わるリスク区分は単独年の解析であり、利用データも単年（1～12 月）に限定されていた。第 2 雨期の栽培が次年におよぶ場合には、年初の 3 カ月間のデータ（1～3 月）を次年度に流用した。

一方、でケニア国解析では、経年変化を追跡するため 2006 年～2015 年の 10 年間の連続解析であったことから、栽培期間が年を跨ぐ場合においても次年の気象データを使用した。

9.6 稲作栽培マップ（陸稲 NERICA 栽培適地区分図）の作成

稲作栽培マップ（陸稲 NERICA 栽培適地区分図）は、前節 9.5.4～9.5.5 の雨量、気温に関わるリスク区分図と前節 9.5.6 の土壌適正区分図をレイヤ別に整理し（レイヤ構造とし）、これらを重ね合わせ作成した。次項①～③にケニア先行事例との比較、広域図、詳細図（国別図）について記述する。

① ケニア先行事例との比較

本解析以前に、ケニア国においては NERICA 栽培実績と衛星データから得られた再現雨量データを基にした研究「天水畑地での稲作可能性マップ（畑地農業 2015、図 9-14 中央図参照）、及び「Nerica Rice Workshop, AICAD 2005」の先行事例（図 9-14 右図参照）があり、今回の「稲作栽培適地区分図」作成はこの研究成果を踏襲する作業であった。

解析はこれらの先行事例と同様の手法を適用したが、入力となる雨量データが異なることから、結果図について比較を行った。

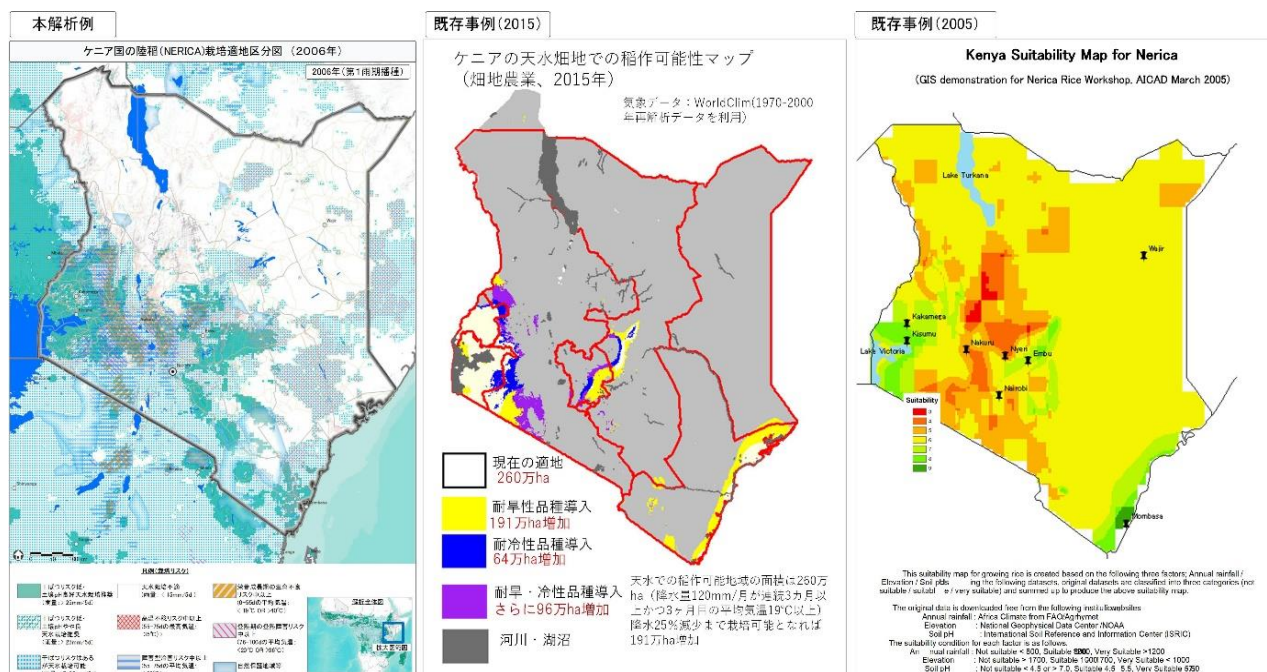


図 9-14 ケニアの天水畑地での稲作可能性マップの比較（例）

先行事例（図 9-14 中央・右）は、過去 30 年間の平均月雨量（1970～2000 年、年雨量 540mm）を利用した解析図、一方で本解析例（図 9-14 左）は、2006 年 1 位の多雨年（1/20 確率、2000～2020 年、年雨量 770mm）の半旬データを使ったリスク区分図である。

先行事例、及び本解析の稲作栽培適地区分図とも、栽培適地は概ね、西部、中央部、東部海岸に認められるものの、乾燥域に近い中央高原～南東海岸では栽培適地の分布に違いが認められる結果となった。

特に、本解析例は 20 年に 1 回の 1 多雨年(2006 年)を対象としたことから、栽培適地は中央高原で広く、また南東海岸では南部に偏った分布となった。これらの拡大（または偏在）は、雨量データの精査により説明できるが、これ以外の同国の北東部で稲栽培限界に近くに位置する地域、及び季節風の影響を受ける沿岸地域など、毎年の気候変動が大きい地域での栽培適地は、気象データの種類、統計期間、及び時間精度などに大きく影響をうけると判断された。

② 広域図「陸稲 NERICA 栽培区分図」の作成

ケニア国で適用した手法を CARD 参加 32 カ国に適用した。以下のリスク別に気候値（雨量、気温半旬データ）を栽培期に合わせて抽出し、栽培リスクを区分した。

リスク	気候値	栽培期の抽出日	半旬データセット
干ばつリスク	半旬雨量	播種後 0-100 日間	0-20 半旬 (20 半旬)
高温不稔リスク	半旬平均日最高気温	播種後 55-75 日間	12-14 半旬 (5 半旬)
障害型冷害リスク	半旬平均気温	播種後 55-75 日間	12-14 半旬 (5 半旬)
成長期育成不良リスク	半旬平均気温	播種後 0-55 日間	1-11 半旬 (11 半旬)
登熟期障害リスク	半旬平均気温	播種後 75-100 日間	15-20 半旬 (5 半旬)

また、各栽培リスク区分を表示用に取り纏め、これらのレイヤを重ねることで広域図「陸稲 (NERICA) 栽培区分図」を作成した（図 9-15 参照）。

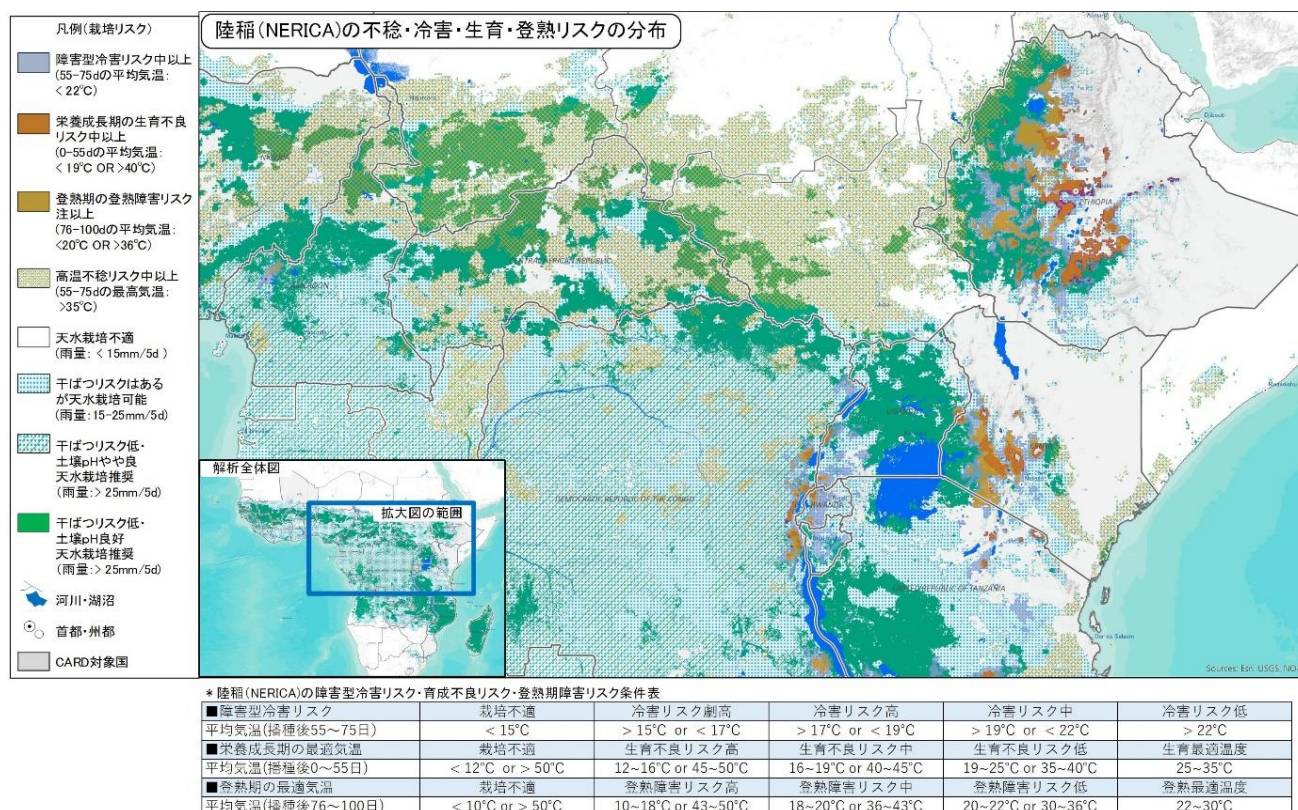


図 9-15 広域図「陸稲 (NERICA) 栽培区分図」中央アフリカ域（抽出例）

③ 詳細図「陸稲 NERICA 栽培区分図（国別図）」の作成

詳細図は、広域図に既存農地、湿地・水田分布情報、水源情報（河川、湖沼、ダム）、自然保護区、及び一般情報（行政界、道路、鉄道、都市）のレイヤを加え、国別に表示範囲を抽出し、CARD 参加 32 カ国（1 次～3 次参加国の 32 カ国）× 解析対象年 2 年（渇水年、豊水年）× 2 雨期（第 1 雨期、第 2 雨期）＝ 計 128 図について、詳細図「陸稲（NERICA）栽培区分図」を作成した（添付資料－10 参照）。

また、前述のように、ケニア国では 2006 年～2015 年の 10 年間で連続解析を実施していることから、解析結果をケニア国陸稲栽培区分図（10 年×2 雨期（第 1 雨期、第 2 雨期）＝ 計 20 図）に取り纏めた（添付資料－11 参照）。

以下に稲作収量の上位の 8 カ国(2015 年時点)の陸稲 NERICA 栽培区分図(図 9-16～19 参照)を示す。

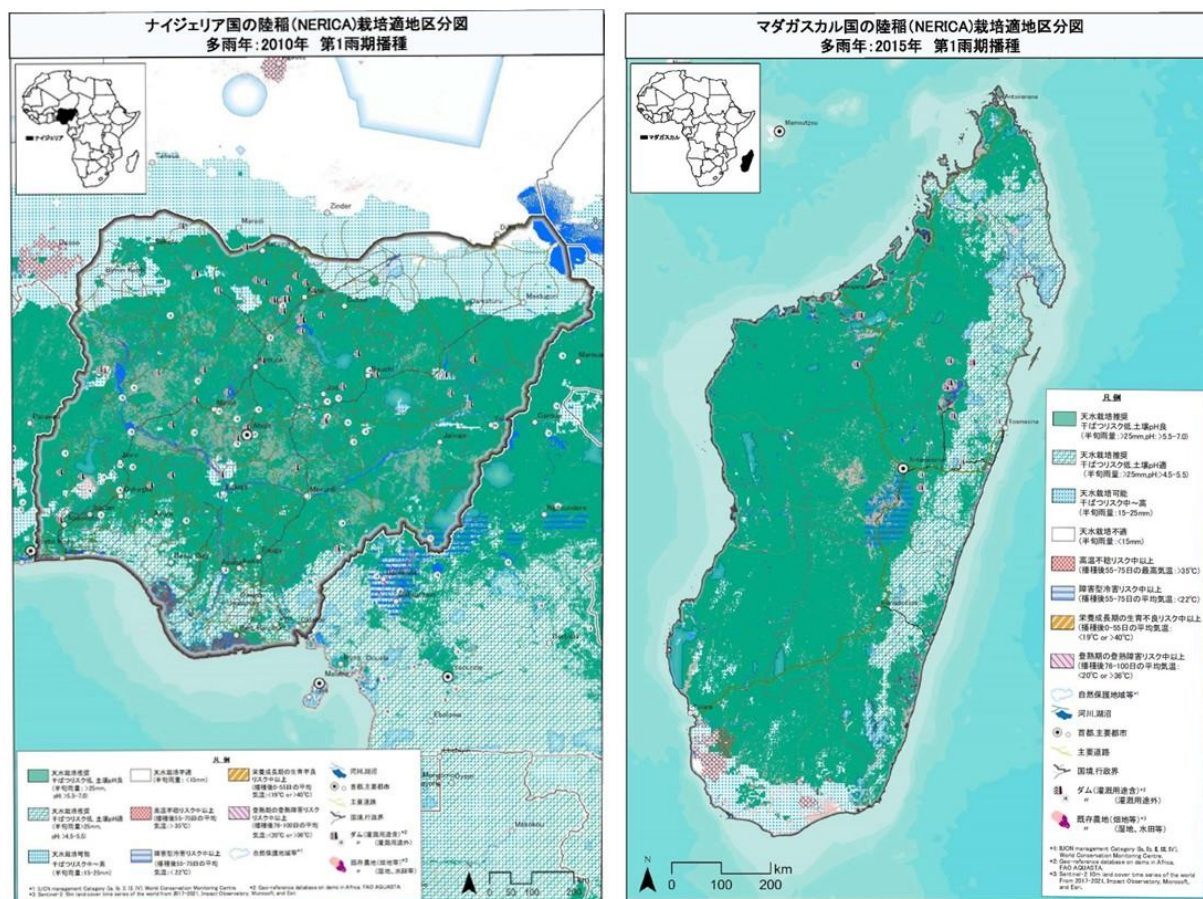


図 9-16 陸稲 NERICA 栽培区分図（ナイジェリア国、マダガスカル国）

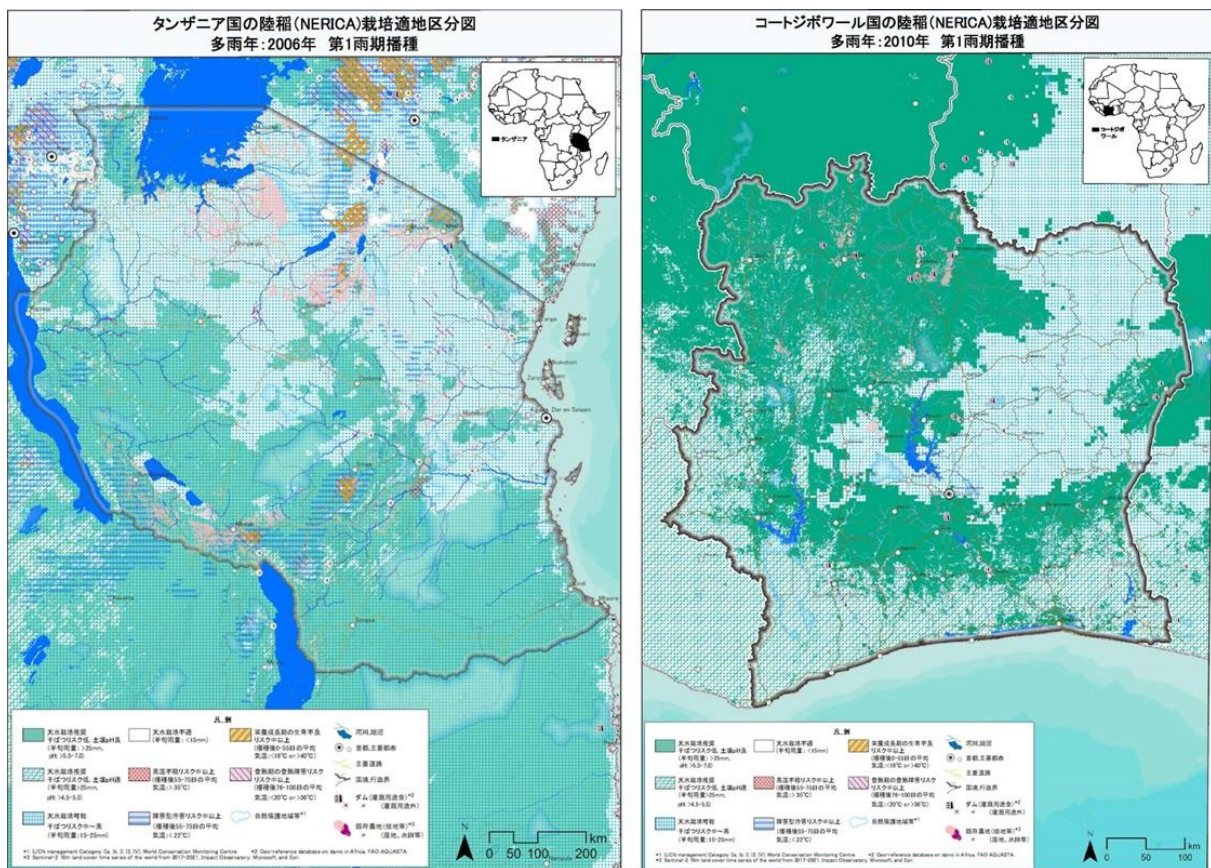


図 9-17 陸稲 NERICA 栽培区分図 (タンザニア国、コートジボワール国)

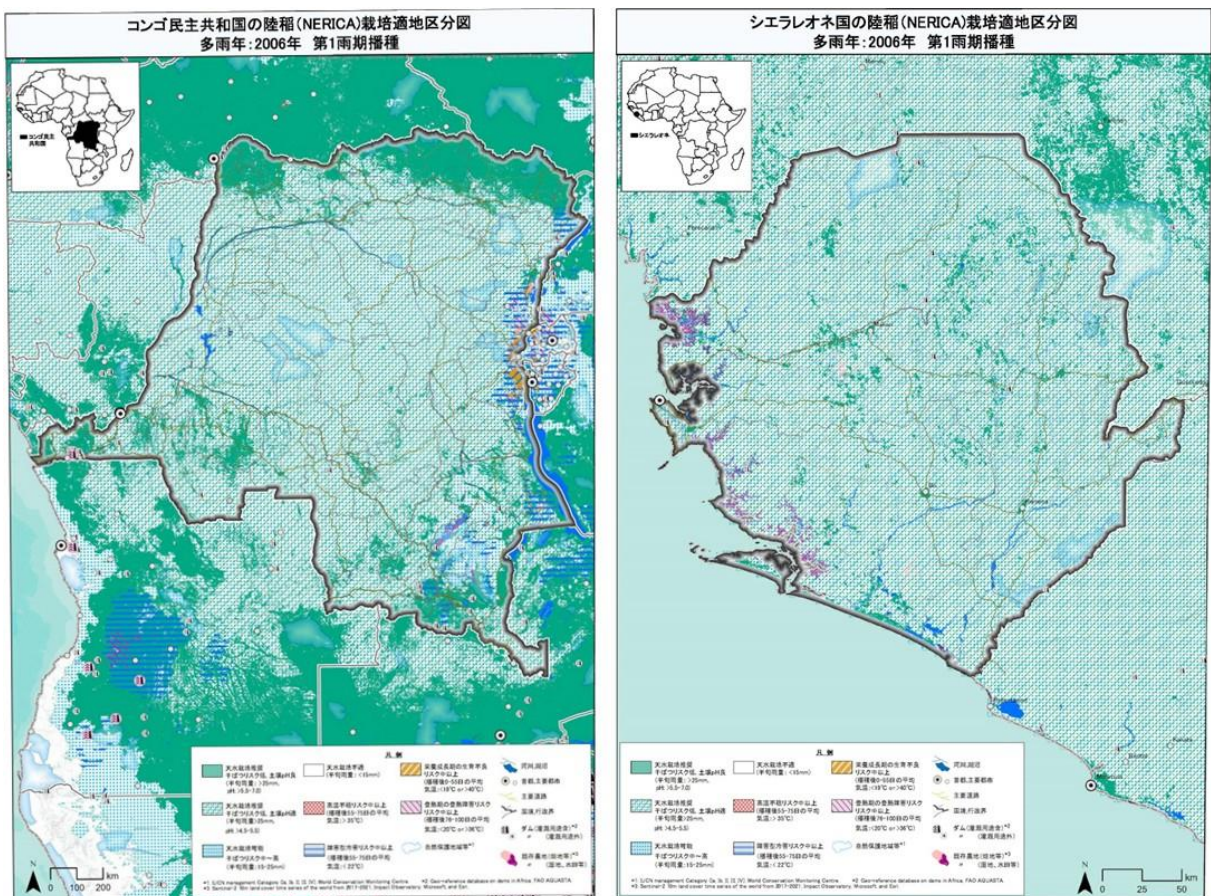


図 9-18 陸稲 NERICA 栽培区分図 (コンゴ国、シエラレオネ国)

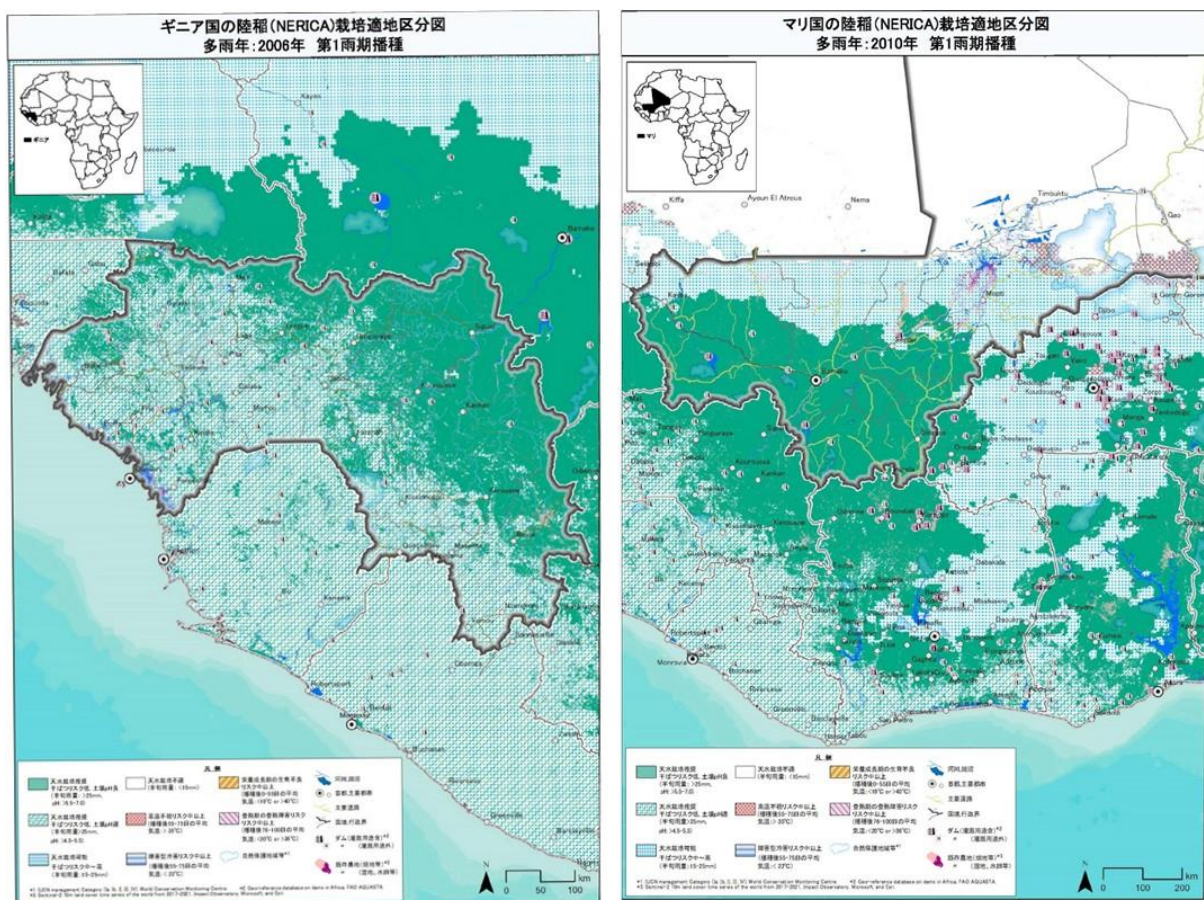


図 9-19 陸稲 NERICA 栽培区分図（ギニア国、マリ国）

9.7 稲作栽培ポテンシャル地域の抽出および栽培条件別面積の集計

稲作栽培マップ（陸稲 NERICA 栽培適地区区分図）より栽培条件別の面積を計算した。集計区分は以下の手順に従い設定した。

- 農地の開発が難しい自然保護区および市街地などを除いた後、栽培期間の半旬雨量により、干ばつリスクを「栽培可能域（半旬雨量 15～25 mm、リスクあり）」、及び「栽培推奨域（半旬雨量>25 mm リスク低）」の2地域を抽出、
- 後者の「栽培推奨域」を土壌 pH から、土壌適正あり（pH4.5～5.5）と土壌適正良好（pH5.5～7.0）に分割し、干ばつリスクと土壌 pH から「①早魃リスク（中）」、「②早魃リスク（低）+土壌適正：あり」、「③早魃リスク（低）+土壌適正：良好」に区分、

9.8 稲作栽培ポテンシャル地域の抽出および栽培条件別面積の集計

稲作栽培マップ（陸稲 NERICA 栽培適地区区分図）より栽培条件別の面積を計算した。なお、面積集計のパラメータ（栽培条件区分）は以下の手順で設定した。

- 農地の開発が難しい自然保護区および市街地などを除いた後、栽培期間の半旬雨量により、干ばつリスクを「栽培可能域（半旬雨量 15～25 mm、リスクあり）」、及び「栽培推奨域（半旬雨量>25 mm リスク低）」の2地域を抽出、
- 後者の「栽培推奨域」を土壌 pH から、土壌適正あり（pH4.5～5.5）と土壌適正良好

(pH5.5～7.0) に分割し、干ばつリスクと土壌 pH から「①旱魃リスク (中)」、「②旱魃リスク (低) + 土壌適正：あり」、「③旱魃リスク (低) + 土壌適正：良好」に区分、

- これら干ばつおよび土壌 pH による 3 区分 (①～③) を、高温不稔、障害型冷害、栄養成長期の最適気温、登熟期の最適気温の気温リスク域に重ねて「気温リスク (低い)」と「気温リスク (有)」2 種を細分、
- これら干ばつおよび土壌 pH による 3 区分×気温リスクの有無の 2 種=6 区分について、第 1 雨期と第 2 雨期の 2 時期を集計の対象とした。

6 区分の集計結果(2010 年 通常年)では、旱魃リスク、気温リスクともに低く土壌適正も良好な「陸稲 NERICA 栽培の推奨地域の面積は、アンゴラ国、中央アフリカ国、マダガスカル国、ナイジェリア国、ザンビア国で広く国土の全域に認められる。なお、CARD32 国の何れも第 1 雨期で推奨地域の面積は第 2 雨期より多い結果となった (図 9-15、表 9-3 参照)。なお、集計の詳細を表 9-4～9-7 に示す。

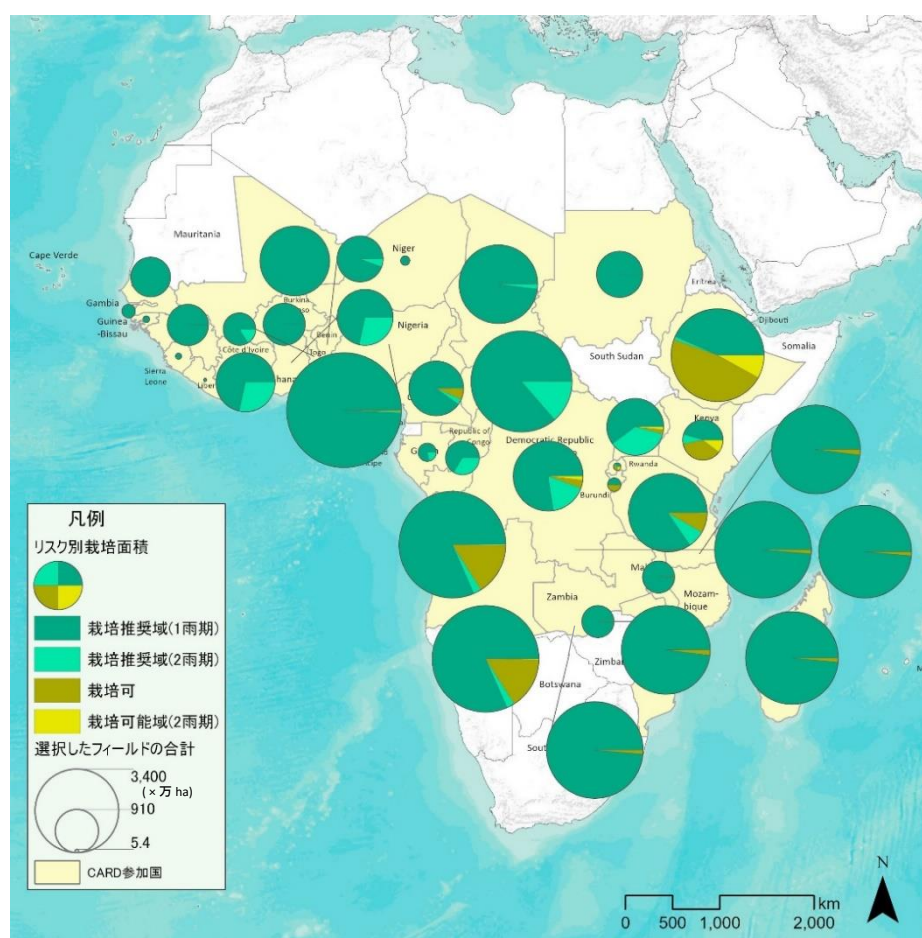


図 9-15 陸稲 NERICA 栽培推奨地域・栽培可能地域の面積

表 9-3 稲作栽培条件別面積（2010年 第1雨期、第2雨期）

CARD対象国	①早魓リスク：中程度 (半旬雨量:15～25mm) 対象年：2010年 (面積：万ヘクタール)				②早魓リスク：低い 土壌適正：あり (半旬雨量:25mm以上, pH:4.5～5.5) 対象年：2010年 (面積：万ヘクタール)				③早魓リスク：低い 土壌適正：良好 (半旬雨量:25mm以上, pH:5.5～7.5) 対象年：2010年 (面積：万ヘクタール)			
	気温リスク(低い)		気温リスク(有)		気温リスク(低い)		気温リスク(有)		気温リスク(低い)		気温リスク(有)	
	1雨期	2雨期	1雨期	2雨期	1雨期	2雨期	1雨期	2雨期	1雨期	2雨期	1雨期	2雨期
アンゴラ	1,316	197	0	3	4,773	320	570	3	4,519	131	871	15
ベナン	178	38	0	0	6	4	0	0	972	57	0	0
ブルキナファソ	1,712	1	10	0	1	0	0	0	859	0	0	0
ブルンジ	29	4	71	1	8	0	42	0	44	1	43	0
カメルーン	124	11	1	0	2,657	1,145	164	45	1,312	48	93	3
中央アフリカ共和国	59	11	1	0	1,200	191	0	0	4,293	675	1	0
チャド	1,746	1	529	1	3	0	0	0	2,948	58	2	0
コートジボワール	834	352	0	0	1,156	691	0	0	1,214	481	0	0
コンゴ民主共和国	1,023	1,899	33	40	18,546	8,425	405	174	1,839	404	88	45
エチオピア	2,672	377	861	339	130	0	544	3	1,823	48	1,989	337
ガボン	128	386	0	0	2,309	1,378	25	0	127	34	0	0
ガンビア	2		0		19		0		89		0	
ガーナ	795	263	0	0	389	379	0	0	1,090	432	0	0
ギニア	7	0	0	0	1,662	5	2	0	828	0	0	0
ギニアビサウ	19		0		301		0		22		0	
ケニア	1,001	166	727	106	64	19	85	26	359	62	288	82
リベリア	3	1	0	0	960	390	0	0	4	1	0	0
マダガスカル	549	1	142	1	1,213	3	0	0	4,122	1	57	1
マラウイ	316		31		44		2		500		4	
マリ	1,782		114		47		0		2,363		0	
モザンビーク	2,513	0	377	0	173	0	4	0	3,758	0	74	0
ニジェール	1,645		119		0		0		41		1	
ナイジェリア	1,483	0	0	0	1,088	5	13	0	6,352	26	24	0
コンゴ共和国	301	584	0	0	2,580	1,360	11	0	371	187	0	0
ルワンダ	102	81	62	57	9	5	26	5	9	3	8	7
セネガル	751		9		205		0		791		0	
シエラレオネ	4	0	0	0	698	1	0	0	19	0	0	0
スーダン	4,726	0	238	0	16	0	0	0	1,038	0	0	0
タンザニア	3,476	226	221	9	504	45	83	0	2,542	216	243	6
トーゴ	101	41	0	0	17	5	0	0	431	82	0	0
ウガンダ	720	629	36	55	133	85	45	24	949	564	37	26
ザンビア	359	0	0	0	2,251	0	45	0	4,488	0	55	5

表 9-4 稲作栽培条件別面積 (2006 年 第 1 雨期、第 2 雨期) 単位：万ヘクタール

年	雨期	国名	早稲リスク：中程度										早稲リスク：低、土壌適正：あり										早稲リスク：低、土壌適正：良												
			無リスク ク(無)	無リスク ク(計)	高温不稔 率	成熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	無リスク ク(無)	無リスク ク(計)	高温不稔 率	成熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	無リスク ク(無)	無リスク ク(計)	高温不稔 率	成熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数	発熟遅延 日数		
2005	1 雨期	アンゴラ	1,154	63	0	0	0	0	0	0	0	4,954	431	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,449	679	0	0	604	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	ベナン	404	6	6	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	740	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	ブルキナファソ	1,808	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2005	1 雨期	ブルンジ	1,808	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2005	1 雨期	中央アフリカ共和 国	163	40	39	0	0	0	0	0	0	2	3	19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15	20	0	18	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	ギニア	1,597	601	601	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	コートジボワール	1,761	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	コンゴ民主共和国	933	176	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	エチオピア	1,372	837	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	ガボン	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	ガンビア	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	ギニア	1,091	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	ギニアビサウ	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	ケニア	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	リベリア	869	694	376	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	マダガスカル	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	マリ	521	44	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	マラウイ	35	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	モザンビーク	2,012	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	ニジェール	2,368	481	347	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	1 雨期	ナイジェリア	1,154	84	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	コンゴ共和国	2,093	300	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	1 雨期	ルワンダ	241	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	セネガル	39	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	シエラレオネ	1,046	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	スーダン	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	タンザニア	4,225	687	687	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	1 雨期	トーゴ	3,247	302	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	1 雨期	ウガンダ	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	ザンビア	645	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	1 雨期	アンゴラ	71	44	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	2 雨期	ベナン	718	311	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	2 雨期	ブルンジ	126	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	2 雨期	カメルーン	18	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	2 雨期	中央アフリカ共和 国	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	2 雨期	ギニア	141	13	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2005	2 雨期	コートジボワール	944	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	2 雨期	コンゴ民主共和国	2,190	124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	2 雨期	エチオピア	984	595	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	2 雨期	ガボン	169	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	2 雨期	ガンビア	815	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	2 雨期	ギニア	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	2 雨期	ケニア	572	347	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	2 雨期	リベリア	53	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0									

表 9-6 稲作栽培条件別面積 (2011 年 第 1 雨期、第 2 雨期) 単位: 万ヘクタール

年	雨期	国名	旱魃リスク：中程度										旱魃リスク：低、土壌適正：あり										旱魃リスク：低、土壌適正：良																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
			気温リスク ク（無）	気温リスク ク（計）	高温不稼	成熟遅延	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）	温暖期短 （成長期）

