

栄養バランスからみたマダガスカル国の農業農村開発戦略

Nutrition-sensitive Agricultural Development Strategy in Madagascar

白鳥佐紀子* 西出朱美** 土居邦弘*
(SHIRATORI Sakiko) (NISHIDE Akemi) (Doi Kunihiro)

I. はじめに

これまでミレニアム開発目標 (MDGs) をはじめとする国際的な開発目標で、飢餓は重要課題の1つとされ、農業農村開発協力においても主要なターゲットとして認識されてきた。MDGsの後継となる持続的な開発目標 (SDGs) では、飢餓の撲滅に続き、食料安全保障や栄養改善を実現し持続可能な農業を促進することが目標とされている。

栄養問題への国際的な注目度は近年急速に高まってきており、日本では2020年の東京オリンピック・パラリンピックに合わせて栄養改善に向けた国際的取組みを喚起するための栄養サミットも計画されている。栄養不良には、飢餓に加えて「隠れた飢餓」と呼ばれる微量栄養素欠乏や肥満なども含まれる^{注1)}。栄養不良は途上国にとどまらずすべての国が直面している課題であり、現在世界の3人に1人が何らかの栄養不良問題を抱えているとされる¹⁾。

農業農村開発研究では、食料安全保障にはなじみはあるものの、栄養改善の点まではほとんど考慮されてこなかった。農業は産業であると捉え、利潤の最大化をはかるための生産性の向上や作業の効率化を念頭に技術開発を展開してきた。しかし、農業は産業であるだけでなく、ヒトの生存や健康的な生活に必要な栄養を供給するという本質的な役割がそもそも存在している。SDGsが持続可能な農業の促進を栄養改善と並列的に目標設定したことは、農業農村開発に携わる研究者・技術者が本来取り組むべき課題を示してくれたものと考えられる。

農業農村開発では、人々の空腹を単に満たすだけでなく、健康に過ごすために必要な栄養素をバランスよく摂取できるような食料供給を可能にする努力が求められるが、そのためにはまず、栄養素の摂取量の過不足を認識する必要がある。本報では、アフリカ大陸南

東部に位置する島嶼^{しよ}国家であるマダガスカルを例として、栄養素の過不足を同定し開発戦略に生かす道筋を示したい。

マダガスカルは日本の約1.6倍の国土面積を持ち、約2,500万人の人口を擁する(2016年)。1日1.90ドル以下で暮らす人々の割合が78%(2012年)、人口の42%が栄養不足(2015年)、5歳未満児の発育阻害^{注2)}が49%(2009年)と、貧困や栄養不足が深刻な国である²⁾。アフリカに区分される国ではあるが、アジアにルーツを持つ国民も多く、主食はコメである。国民の約7割が農業に従事し、農家の85%がコメを生産している³⁾。年間1人当たりのコメの消費量は108kgと日本の約2倍で、うち79kgは国内生産で賄われるが29kg(75万t)は輸入に依存している(2017~2018年)⁴⁾。こうしたコメの重要性から、マダガスカルにおいて農業農村開発協力を企図する際には稲作を避けて通ることができないが、産業としての稲作だけでなく、深刻な栄養不良に苦しむ同国の栄養改善の面でのコメの位置づけを明らかにしたうえで開発戦略を構築する必要がある。

II. 方法

本研究では、国連食糧農業機関 (FAO) の食料需給表⁵⁾に示された食料供給量から換算した各栄養素の国民1人1日当たり供給量と、人口構成のウェイトをかけて算出した国民1人1日当たり必要量とを比較することで、マダガスカル国内の食料供給において欠乏あるいは過剰傾向にある栄養素を推定する。その際、必要量と供給量の平均値の比較に加え、栄養素の欠乏する人口の割合も推測する^{注3)}。

食料から栄養素への量の換算については、米国農務

注1) これらの問題を複数同時に抱える「二重負荷」、「三重負荷」もある。

*国際農林水産業研究センター

**前 千葉大学大学院医学薬学府公衆衛生学

注2) 発育阻害(年齢に対して身長が低すぎる状態)は、慢性的な栄養失調状態の指標となる。

注3) 食料需給表では国レベルでの食料供給量が示される。精度に問題がないわけではないが、入手しやすく扱いが容易であり、算出値を調整して利用する手法を確立することで食料供給側の視点から栄養問題解決に貢献する有益な研究が可能になるとされている⁶⁾。

省の食品成分表⁷⁾を主に、マダガスカルで便宜的に利用されている食品成分表や日本の食品成分表を補完的に用いて、品目別食品供給量の荷重平均をとった成分表を作成することで算出した。マダガスカルの食品品目別の消費量データは公表されていないため、前述のマダガスカルの食品成分表に含まれる品目や、現地の市場や農家の調査を通して得られた情報を参考にし、マダガスカル国立栄養局の職員やマダガスカル滞在の人々から助言をいただいて品目を選択し、その品目の食品分類に占める割合を仮定した。そして年ごとの気候などの影響による食料供給量のばらつきを勘案し、2009年から2013年までの5年間を対象として各年の値の平均値を算出した。

必要栄養量については、マダガスカルに特化したデータは存在しないため、国際的に信頼度の高い、米国科学アカデミーの提唱する各栄養素の推定平均必要量 (EAR)^{注4)}を基準とした^{8)~10)}。年齢、性別、妊娠中または授乳中といった状態によって必要な栄養素の量は異なるため、国連人口部の人口構成¹¹⁾を参考に国民全体で必要栄養量を計算し、その値をマダガスカルの人口推計値で割ったものを、マダガスカルの国民1人当たりのEARとした。妊婦および授乳婦の人口構成については、国連人口部の年齢別出生率を各年齢の女性人数に乘じ、妊婦および授乳婦の人数を算出した。ただし、エネルギーの必要量としてはEARの指標は適切ではないため、代わりにFAOが人口構成を考慮して求めた平均エネルギー必要摂取量 (ADER)を参照¹²⁾した。

総エネルギー量に加え栄養素ごとに需給バランスを比較する。エネルギー源としては三大栄養素の炭水化物、タンパク質、脂質があるが、うち脂質の必要量は推奨量ではなくエネルギー比率の許容範囲という形で表されるため、エネルギー比の分析にとどめる。微量栄養素は、特に摂取不足が問題となることが多い栄養素を中心に選定し、ミネラルではカルシウム、鉄、亜鉛、ビタミンではビタミンC、ビタミンB類から5種類 (チアミン、リボフラビン、ナイアシン、葉酸、ビタミンB₁₂)、ビタミンAを対象とする^{注5)}。

まずは1人1日当たり推定平均栄養供給量と1人1日当たりの推定平均必要栄養量とを比較する。ただ、これだけでは大まかな傾向はわかっても人口の何割が栄養素欠乏の状態にあるのかまでは明らかではないため、集団の中での栄養素不足の割合を推定する方法としてEARカットポイント法^{注6)}を採用し、供給量が推

注4) 人口の50%が必要量を満たす量。

注5) その他、ヨウ素は欠乏症が広く問題になる栄養素であるが、食料や地域的な偏在により算出できなかったため、本研究の対象からは外した。

定平均必要量に達しない人口の割合を求めることとする。

III. 結果

表-1に、2009年から2013年のマダガスカルの1人1日当たりの推定平均栄養供給量と推定平均必要栄養量とを比較した過不足と、これらの値から推測される栄養素欠乏人口割合を示す。

表-1 マダガスカルの1人1日当たり推定平均栄養供給量と推定平均必要栄養量、栄養素欠乏人口割合推定値 (2009~2013年)

	供給量 (1)	必要量 (2)	(1) / (2) (%)	欠乏人口 割合 (%)
エネルギー (kcal)	2,077.2	2,123.0 ⁽ⁱ⁾	97.8	— ⁽ⁱⁱ⁾
多量栄養素				
炭水化物 (g)	424.2	103.5	409.9	0.0 ⁽ⁱⁱⁱ⁾
タンパク質 (g)	46.3	42.3	109.3	23.9 ⁽ⁱⁱⁱ⁾
微量栄養素				
カルシウム (mg)	290.5	855.5	34.0	100.0
鉄 (mg)	8.6	6.4	133.6	— ⁽ⁱⁱ⁾
亜鉛 (mg)	5.7	7.0	81.5	79.7
ビタミンC (mg)	102.8	52.1	197.3	3.9
チアミン (mg)	1.0	0.8	128.6	19.6
リボフラビン (mg)	0.7	0.9	80.9	76.4
ナイアシン (mg)	16.2	9.9	164.3	2.2
葉酸 (μg)	214.1	279.2	76.7	81.7
ビタミンB ₁₂ (μg)	1.4	1.7	84.1	55.8
ビタミンA (μgRAE)	191.4	481.5	39.7	98.4

(i) エネルギーに関してはマダガスカル ADER の 2009~2013 年平均値

(ii) エネルギー量や鉄に対して EAR カットポイント法は不適切^{注7)}

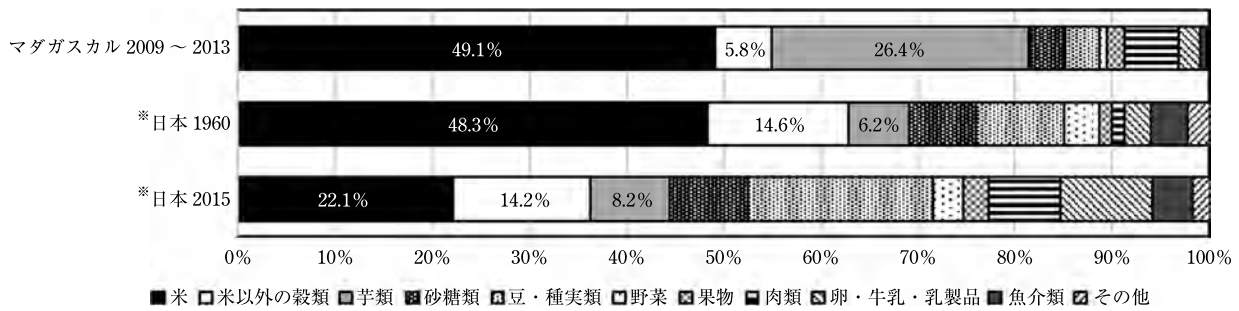
(iii) 摂取量に正規分布を仮定した推定値 (他の栄養素は摂取量に対数正規分布を仮定)

平均量を比較すると、エネルギーは必要量より若干少ないがほぼ充足している。炭水化物とタンパク質は足りている。微量栄養素に関しては、十分に供給されている栄養素もある (鉄、ビタミンC、チアミン、ナイアシン) が、不足していると推察される栄養素も多い (カルシウム、亜鉛、リボフラビン、葉酸、ビタミンB₁₂、ビタミンA)。特にカルシウムは必要量の34%、ビタミンAは40%しか供給されていなかった。人口割合で見ると、欠乏推定人口が半数以上に達する栄養素も多く、カルシウムでは100%、ビタミンAは98%の人口で不足しているとの推定結果になった。

三大栄養素別ではエネルギーの82%が炭水化物由来であった (タンパク質由来:10%、脂質由来:8%)。

注6) 集団における不足者の割合は、摂取量がEAR未満の者の割合とほぼ一致する¹⁰⁾。栄養素摂取量の分布を考慮し摂取量がEAR未満の者の割合を算出することで、栄養素不足人口の割合を求めることができる。

注7) エネルギーは摂取量と必要量が高い相関を示し、さらに不足に加えて過多も問題となる点からも不適切とされる。EARカットポイント法を用いることができるのは推定平均必要量周辺の分布に対称性がみられるときのみであるが、鉄は女性などでは必要な鉄分の量が大幅に異なることから必要栄養素量の分布が非対称であり、不適切とされる。



※農林水産省（1960，2015）より¹³⁾。

図-1 マダガスカル（2009～2013年平均）と日本（1960年，2015年）におけるエネルギー供給に占める食品群の割合

エネルギー供給源からみると（図-1），約半分がコメに由来，芋類からの供給が26%で続く。比較のため併記した日本のエネルギー供給源と比較すると，コメの占める割合は日本の1960年のそれに近似する一方，その他の食品の割合については異なり，中でも野菜や魚の占める割合は，1960年および2015年の日本と比較するときわめて低かった。

IV. 考 察

まずエネルギー供給について，生活習慣病に影響を及ぼす原因の1つである三大栄養素の摂取バランスの観点から考察する。エネルギーの15～30%は脂質，55～75%は炭水化物，10～15%はタンパク質から摂取するのがおおむね望ましい¹⁴⁾とされているが，マダガスカルは脂質由来が8%，炭水化物由来が82%であり，炭水化物の超過と脂質の不足が明らかである。

タンパク質欠乏は途上国でしばしば問題になるが，マダガスカルでは平均量を比べたデータ上は充足している。しかしタンパク質供給源の4割はコメ由来である。植物性タンパク質では必須アミノ酸が欠乏するのが一般的で，コメも例外ではない¹⁵⁾ため，生体内で必要なアミノ酸量が満たされていない可能性は残る。

微量栄養素にはビタミンCやナイアシンなど，人口の一部で欠乏が推測されるものと，カルシウムやビタミンAなど，人口のほとんどに欠乏が推測されるものがある。平均供給量が平均必要量を越え供給過剰にみえる栄養素もあるが，鉄は過剰症を引き起こすほどの大きな値ではなく，ビタミンB群やビタミンCは水溶性で仮に摂取量が必要量よりも多くても体外に排出されるため，これらの過剰摂取は問題ではないと考えられる。食料需給表から求めた栄養供給量は過大評価になる¹⁵⁾とも言われており，実際の栄養摂取量はこれよりも少ないと考えるのが妥当であろう。

不足している栄養素としては，特にカルシウム^{注9)}と

ビタミンAが挙げられる。カルシウムは乳製品や小魚，海藻類などに，ビタミンAは緑黄色野菜や動物性食品に多く含まれ，ともに穀類から摂取できる量はごく限られている。さらにベジタリアンはシュウ酸などの阻害物質の影響のため一般の人よりもカルシウムの吸収率が低いと推測されており⁸⁾，動物性食品の摂取が少ない場合にはカルシウム不足がより深刻な状態になると思われる^{注10)}。栄養素の補完や吸収増進のため，またコメのアミノ酸スコアを補うタンパク質の供給源としても，植物性食品に加え動物性食品の十分な摂取が望ましい。

以上の結果より，栄養素としてはカルシウム，ビタミンAなどの微量栄養素を，そして食品群としては動物性食品の供給を増やす方が重要だと考えられる。たとえば，マダガスカルでも試行されている，土地に適した，ビタミンAを多く含有した農作物やカルシウムを多く含む青菜の作付けと普及は好例である¹⁶⁾。現在コメの生産割合が大きいことは前述したが，コメの転作作物として，コメでは不足する微量栄養素を補完する野菜や豆類などの栽培を導入することも有効であろう。動物性食品の供給には，小規模な養殖を行ったり，小動物を飼育したりすることも効果的な対策であろう。マダガスカルは日本同様島嶼国家であるが，図-1より魚介類の供給がきわめて少ない。国内の水産資源を最大限活用し活発な流通を促す施策も有効だと考えられる。

それでも十分に供給されない食品群が存在する場合，入手可能な食材に含まれる栄養素を最大限生かすための調理方法や土地にあった献立の開発，食べ方や栄養についての教育などが重要だと考えられる。微量栄養素の中には，他の栄養素と同時に摂取することで吸収率が高まる栄養素もある。食料供給量を増やすこ

注9) カルシウムの吸収を促すビタミンDの合成に寄与する日光の照射量の違いにより，必要量自体が多めに見積もられている可能性もある。

注10) 亜鉛もベジタリアンでは通常の1.5倍の量が必要だとも言われている¹⁰⁾。

注8) 精白米の第一制限アミノ酸（最も不足する必須アミノ酸）はリジン。

とに加え、入手できる限られた食料を有効利用するために、栄養改善に効果的な食べ方を検討し普及させることも大切である。

本研究は、食料需給表というマクロデータからの推定であるため、地域や個別の事情、季節変動などを考慮できないという限界がある。しかし、比較的容易に入手できる食料需給表から栄養需給バランスを分析した本研究の知見は、栄養改善の観点から食料に関する戦略を導くために貢献できると考えられる。

V. 結 論

マダガスカルの栄養状態に関する知見を得るために、食料需給表から栄養需給バランスを算出した。結果、充足している栄養素もあったが、カルシウムやビタミン A など多くの栄養素では不足が推測された。また供給源も含めて検討すると、コメなどの植物性食品が多い一方動物性食品の摂取量が少なく、アミノ酸スコアの不足や微量栄養素の低い吸収率も見込まれ、充足しているようにみえても実際には生体内に必要な量が満たされていない可能性もあった。コメの転作作物として他作物（野菜や豆類など）を導入することや、小規模養殖や家畜の飼育なども考慮することで、現在不足する動物性タンパク質や微量栄養素を補完できることが示唆される。

今後、マダガスカルにおいて農業農村開発協力を進める際、産業面では稲作の重要性を認識しつつ、先に挙げた農畜産物の供給を念頭に置いた開発を進め、さらに摂取方法を改善するような生活改善にまで踏み込んだ対策を提案することで、SDGsの達成に貢献する新しい開発方策として評価されるものと考えられる。

[付記] 本研究は JSPS 科研費 JP15K18752 の助成を受けたものである。

引 用 文 献

- 1) IFPRI : Global Nutrition Report (2017)
- 2) World Bank : World Development Indicators, <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=World-Development-Indicators> (参照 2018 年 7 月 6 日)
- 3) GRiSP : Rice almanac, 4th edition, IRRRI, p.179 (2013)
- 4) USDA : PS&D, <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/> (参照 2018 年 7 月 10 日)
- 5) FAOSTAT : <http://www.fao.org/faostat> (参照 2018 年 5 月 16 日)
- 6) Del Gobbo, Liana C. et al. : Assessing global dietary habits: a comparison of national estimates from the

FAO and the Global Dietary Database-, The American journal of clinical nutrition 101 (5), pp.1038~1046 (2015)

- 7) USDA : USDA food composition databases, <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/> (参照 2018 年 3 月 28 日)
- 8) IOM : Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D, and fluoride (1997)
- 9) IOM : Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc (1997)
- 10) IOM : Dietary reference intakes: The essential guide to nutrient requirements (2006)
- 11) UN DESA : World Population Prospects (2015)
- 12) FAO : Food security indicators, <http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/ess-fadata/en/> (参照 2018 年 3 月 5 日)
- 13) 農林水産省 : 食料需給表 (1960,2015)
- 14) WHO : Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases, p.56 (2003)
- 15) Serra-Majem, L. et al. : Comparative analysis of nutritional data from national, household, and individual levels: results from a WHO-CINDI collaborative project in Canada, Finland, Poland, and Spain, Journal of Epidemiology and Community Health 57 (1), pp.74~80 (2003)
- 16) Rakotosamimanana, R.V. et al. : How to use local resources to fight malnutrition in Madagascar? A study combining a survey and a consumer test, Appetite 95, pp.533~543 (2015)

[2018.8.30.受理]

白鳥佐紀子 (正会員)



略 歴
2011年 ミネソタ大学応用経済学博士課程修了
2012年 JICA 研究所
2015年 国際農林水産業研究センター
現在に至る

西出 朱美



1995年 船橋市役所入所 (栄養職員)
2012年 ローハンプトン大学臨床栄養学修士課程修了
2017年 千葉大学大学院医学薬学府博士課程修了 (公財)放射線影響協会放射線疫学調査センター
現在に至る

土居 邦弘 (正会員・CPD 個人登録者)



1959年 香川県に生まれる
1982年 九州大学農学部卒業
農林水産省入省
2011年 国際農林水産業研究センター
現在に至る