

研究種目：基盤研究 (A)

研究期間：2007 ～ 2009

課題番号：19207020

研究課題名 (和文) 糖質代謝・脂質代謝のバランスの季節性と地域性

研究課題名 (英文) Seasonality in the balance between carbohydrates and lipids metabolism among Japan, Thai and Poland

研究代表者

曾根 良昭 (SONE YOSHIKI)

大阪市立大学・大学院生活科学研究科・教授

研究者番号：6014802

研究成果の概要 (和文)：日本・大阪、ポーランド・ポズナンに観られた糖質の消化・吸収効率の季節変化は熱帯タイ・チェンマイでは観られなかった。夜間絶食後・朝空腹時に於ける糖質と脂質の代謝バランスを示す RQ 値 (呼吸商) は日本において有意な季節変化を示し、秋～冬季に上昇し (糖質代謝が優位)、夏季において低下 (脂肪代謝が優位) することが分かった。ポーランドに於いては有意な季節変化は観られなかったが、日本と同様な傾向が観られた。タイでは季節変化は観られなかった。また食事摂取調査の結果、糖質と脂質の摂取比率には 3 カ国とも季節変化は観られなかった。

研究成果の概要 (英文)：Although we found the seasonality in carbohydrate absorption in Japanese and Polish subjects, there was no significant seasonal change in the efficiency of carbohydrate absorption with Thai subjects. We found significant seasonal change in Respiratory Quotient (RQ) after overnight fasting with Japanese subject, where RQ values were the lowest in summer and the highest in winter. In Poland there was similar trend in seasonal change in RQ values (not significant). In contrast to these two countries, there was no seasonal change in RQ in Thailand. Food intake survey showed that there was no seasonal change in the ratios of carbohydrate to lipid intake (per the same energy intake) in the three countries.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	9,300,000	2,790,000	12,090,000
2008 年度	4,000,000	1,200,000	5,200,000
2009 年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
年度			
年度			
総計	17,800,000	5,340,000	23,140,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：人類学・応用人類学

キーワード：代謝バランス、呼吸商、呼気中水素ガステスト、基礎代謝、季節性、糖質代謝、脂質代謝、食物摂取、食物摂取頻度調査

1. 研究開始当初の背景

人類がこの地球上でその数を増し繁栄してきた大きな理由の 1 つとして、それぞれの生活地域の環境に、生物の生存の基本

としての “食＝食物摂取とその栄養代謝” をそれぞれの民族が適応させてきた人類の環境適応能の大きさが挙げられる。その栄養素 (macronutrient) 代謝の中でも、

糖質代謝はその進化の過程で人類の主要な活動エネルギー源、また脳の活動を支える唯一の糖—グルコース—を供給する代謝機能として、人類の健やかな生存に非常に重要な役割をもつものである。またこの糖質代謝は貯蔵エネルギーとしての脂質の消費・合成をつかさどる脂質代謝と密接な関係があり、それぞれの民族はその環境に適応した糖質・脂質代謝のバランスを保持してきたものと考えられる。

我々は先行して行なった光環境がヒトの消化吸収器官の活動に及ぼす影響の研究結果を踏まえて、糖質の消化・吸収率の季節変化（変動）を検討するため、平成15年から平成17年まで科学研究費基盤研究A（課題番号15207024、研究代表者 曾根良昭）にて“人の消化管活動の日内及び年間変動についての比較研究”を行った。この研究の中で、我々は生活環境の季節変化が穏やかな温帯に生活する日本人と、季節変化が大きく、特に冬、日照時間が短かつ気温の低い寒帯に住むポーランド人のそれぞれの春、夏、秋、冬の糖質の消化・吸収率の年間変動を測定・比較したところ、ポーランド人の冬季の食事糖質の消化・吸収率の分布が日本人のそれに比べて大きく、消化・吸収率が有意に低いことが明らかになった（朝食に含まれる糖質の非吸収率として、日本では6%~16%・平均12%、ポーランドでは8%~26%・平均16%、(Tsumura Y. et al., *Journal of Physiological Anthropology*, 24, 507-509, 2005)。この結果は我々が先に行なった光環境が人の糖質の消化・吸収に及ぼす影響の研究結果（日中に暴露される光が弱いほど夕食時の胃の動きが悪く、夕食に含まれる糖質の消化・吸収率が低い—Sone Y., et al. *Chronobiol Int*, 20: 85-95, 2003）の結果と一致した。また、ポーランドの北部地域では冬季の季節性障害（Seasonal Affective Disorder）が多く、この患者らがその症状の中で糖質を多く含む食品の摂取を渴望すること [Seasonal Affective Disorder, practice and research, ed., Partonen T. et al., 2001, Oxford] から、本研究代表者は、「寒帯に住む人々は、冬季の糖質吸収が不足しエネルギー摂取不足となる—その不足を補償するために冬季の脂質摂取・代謝が増えるような“糖質代謝・脂質代謝のバランスの調節機能”を獲得し、生活環境に適応したのではないか—」。一方、年間の気温変動が少なく、また厳しい冬を体験しない熱帯のタイでは、「糖質の

消化・吸収率の年間変動はほとんど見られず、年間を通じて植物性食物の摂取・利用に適応した糖質代謝優位の糖質代謝・脂質代謝の関係をもつのではないか—」との着想を得、この仮説を本科学研究にて証明しようとした。

2. 研究の目的

本研究の目的は、人類が種々の季節帯にいかにか定着できたかを、本研究課題「糖質代謝・脂質代謝のバランスの季節性と地域性」の観点から解明するものである。

(1) そのため、まず熱帯に属するタイ国にも日本・ポーランドで明らかになったと同様な糖質の消化・吸収の季節性が存在するのか、また、その季節変化が日本・ポーランドのそれと違いがあるのかを明らかにする。

(2) また同時に、糖質の消化・吸収率の季節性が確認されている日本とポーランドにおいて、糖質代謝と密接な関係のある脂質代謝の季節性を検討するため、各季節での朝食前安静時に於ける Respiration Quotient (RQ, 呼吸商) を測定して、糖質代謝・脂質代謝のバランスの季節性の存在を全身的協関の観点から明らかにする。

(3) またタイに於いて糖質の消化・吸収率の季節性の検討の後、日本・ポーランドで行うと同じ機器と方法を用いて RQ (呼吸商) を測定する

(4) 糖質・脂質代謝に関連する糖質/脂質摂取割合を食事調査により明らかにする。

(1)~(5) を検討して、温帯日本、寒帯ポーランド、熱帯タイにおける糖質代謝・脂質代謝のバランスの季節性と地域差を人類の環境適応能の観点から明らかにすることを目的としている。

3. 研究の方法

(1) RQ (呼吸商) の季節性の検証と食事調査

平成19年度の本研究により確立した RQ 測定プロトコールに従い呼気代謝測定器 (Portable Gas Monitor AR-1 (type 4, Arco System) を用いて春季 (:4, 5月)、夏季 (7, 8月)、秋季 (10, 11月)、冬季 (1, 2月) における RQ 測定を行い日本、ポーランド、タイでの糖質代謝・脂質代謝のバランスの季節性の存在を検証する。この RQ の季節性測定では、春季の RQ 計測で40名の対象者につき RQ を計測し、はずれ値を示す被験者以外の30名を選び、その30名につき、他の3季節での RQ 計測を行う。また、上記4季節において食事摂取の季節性につき、被

験者を含む集団の食事摂取を詳細に検討するため上記40名を含む100名につき食事調査を行う。

(2) 熱帯タイでの糖質の消化吸収の季節性の検討

平成19年度2,3月に呼気中水素ガステストの被験者の選別・予備測定を行ったタイ国、チェンマイ市においてチェンマイ大学医学部のポンニャム博士、ルクサナ博士の研究グループにより呼気中水素ガステストにより熱帯タイでの糖質の消化吸収の季節性を検討する。ここでは被験者16名につき暑気(平成20年4,5月、雨季(7,8月)、乾季(11,12月))に測定する。

4. 研究成果

(1) 熱帯タイでの糖質の消化吸収の季節性

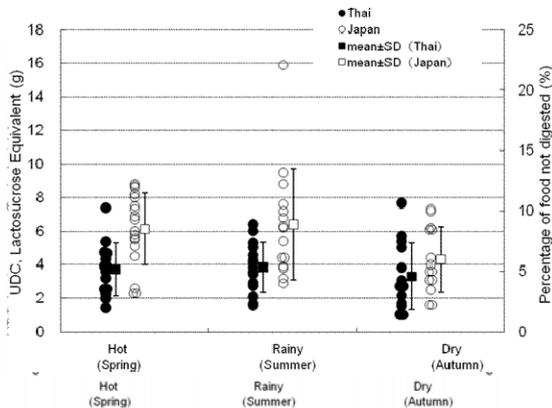


図1. 3季節の朝食中に含まれる糖質の未消化糖質の割合(●: タイ、○: 日本); 平均未消化糖質量(■: タイ、□: 日本、標準偏差)

図1のように熱帯のタイ・チェンマイでは日本、ポーランドで観られた糖質の消化・吸収の季節変化は観られなかった。このことは日本とポーランドで観測された糖質の消化吸収の年間変動は地域環境(特に気温の変動に関連した季節変化)の季節変動によりことが推測された。

(2) RQ(呼吸商)の季節性の検証

日本(大阪)、ポーランド(ポズナン)、タイ(チェンマイ)での13時間絶食後、朝食前安静時の呼吸商(RQ)を測定した結果を図2~図4に示す。図2に示すように日本(大阪)ではRQの変動に有意な季節変化が観られたが、図3のポーランド(ポズナン)では日本と同じ傾向の季節変化が観られたが、有意な変化ではなかった。タイ(チェンマイ)では図4のように4季を通じてほぼ同じであっ

た。

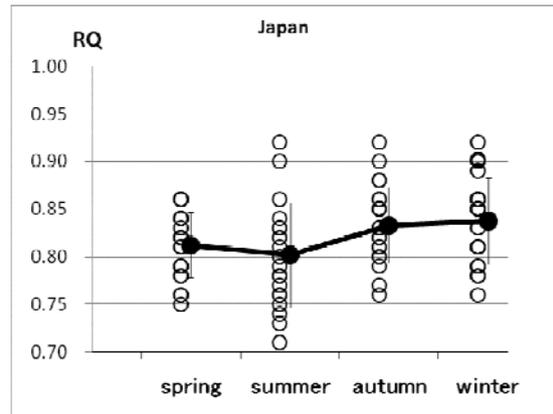


図2 日本での朝食前安静時 RQ の季節変化

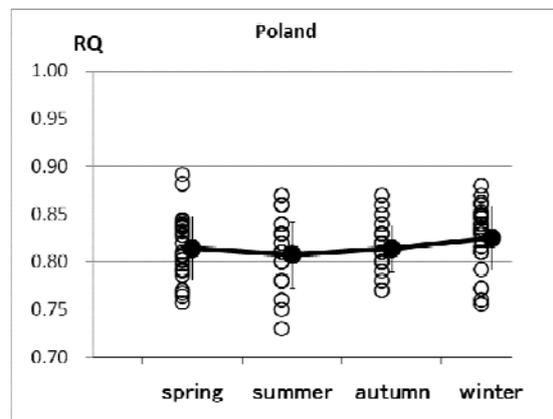


図3 ポーランドでの朝食前安静時 RQ の季節変化

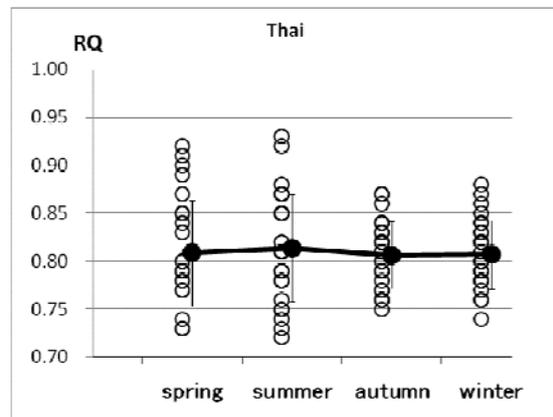


図4 タイでの朝食前安静時 RQ の季節変化

(3) 食事調査による1000kcal当たりの糖質(c)、脂質(f)タンパク質(p)の摂取比率の季節変化

図5, 6, 7にそれぞれ日本、ポーランド、タイでの食事調査の結果から計算した1000kcal摂取当たりの糖質(c)、脂質(f)タンパク質(p)の摂取比率の季節変化を示した。図から明らかなように、どの地域にお

いてもこれらのエネルギー代謝に関わる栄養素の摂取に季節性は観られなかった。

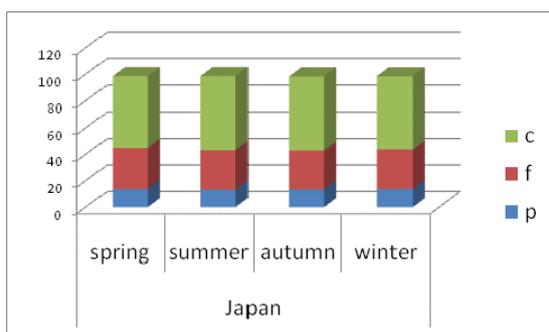


図5 日本 (大阪)

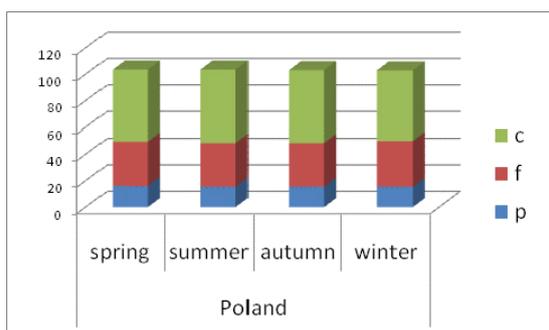


図6 ポーランド (ポズナン)

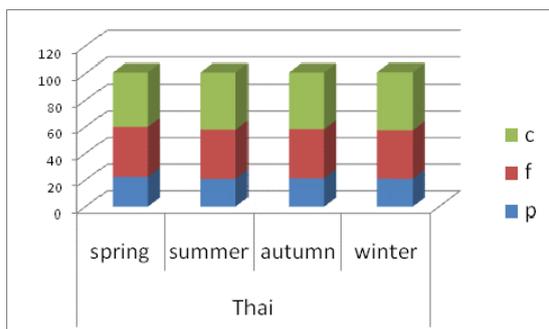


図7 タイ (チェンマイ)

以上の結果から以下のことが明らかになった。

- ① 今回調査を行った3カ国において糖質、脂質の摂取比に季節変化が観られなかったことより、日本及びポーランドで観察された呼吸商の季節変化は日常的に摂取する食品中の栄養素の変化に依らない、日本人(ポーランド人)がもつ、生理的(内生的)な要因によるものと推測される
- ② タイでは糖質吸収の季節変化が観られず、また呼吸商の季節変化も観られなかった。このことは本研究開始時の仮説“また厳しい冬を体験しない熱帯のタイでは、「糖質の消化・吸収率の年間変動はほとんど見られず」、を支持するものであるが、RQが0.8付近でほぼ一定値を示すことは、食事調査結果からも

脂質摂取が糖質摂取より多いこと一致して”年間を通じて動物性食物の摂取・利用に適応した脂質代謝優位の糖質代謝・脂質代謝の関係をもつのではないか”を示唆する。
 ③ 日本とポーランドでは糖質吸収効率の良い秋季にRQ値が上昇(糖質代謝有利)していることは糖質吸収効率とインスリン分泌の季節性を考えるとそれぞれの地域(国)での生活環境が季節(特に気温)により変化する糖質・脂質代謝のバランスもその変化に適応した変化を示すということを示唆する結果である。日本とポーランドにおいては冬季においては糖質吸収効率が下がる傾向にあるがRQにおいては秋季とほぼ同じであることは、仮説である“寒帯に住む人々は、冬季の糖質吸収が不足しエネルギー摂取不足となる—その不足を補償するために冬季の脂質摂取・代謝が増える”については更に、糖質・脂質代謝調節のメカニズムから考察する必要がある。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連帯研究者には下線)

[雑誌論文] (計1件)

- ① Yuki Tsumura, Luksana Makonakweyoon, Porn-ngarm Limtrakul, Naoko Hirota, and Yoshiaki Sone, Seasonal Variation in Amount of Unabsorbed Dietary Carbohydrate from the Intestine after Breakfast in Young Female Thai Subjects- Comparison with that of Japanese Subjects -Journal of Physiological Anthropology, 査読有り, 2010, Vol. 29, No 4, 印刷中

[学会発表] (計2件)

- ① 津村有紀、廣田直子、D. RUTKOWSKA、P. LIMTRAKUL、L. MAKONAKWKEYOON、曾根良昭、タイ・チェンマイに於ける若年女子の糖質吸収効率の季節変化について—日本、ポーランドとの比較—、第60回日本生理人類学会大会、2009年6月6日、札幌
- ② 坂口知子、広田直子、熊谷晶子、松尾清流、賀川寛子、曾根良昭、大阪に於ける女子学生のRQ(呼吸商)の季節変化について—食物摂取、体脂肪率変化との関連—第60回日本生理人類学会大会、2009年6月6日、札幌

[その他]

ホームページ等

<http://www.geocities.jp/sonelab/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

曾根 良昭 (SONE YOSHIAKI)
大阪市立大学・大学院生活科学研究科・教授
研究者番号：6014802

(2) 研究分担者

廣田 直子 (HIROTA NAOKO)
松本大学・人間健康学部健康栄養学科・教授
研究者番号：60218857

(3) 連携研究者

なし