

# 神戸女子大学家政学部紀要

第 46 卷

平成 25 年 3 月 発行

神 戸 女 子 大 学

# 神戸女子大学家政学部紀要投稿規定

[2011年11月10日改正]

## I 総則

1) 紀要投稿者は本学教職員に限る。但し、本学教職員との共同研究者が、本学教職員との連名で投稿することを認める。

2) 論文の掲載は編集委員会で決定する。投稿原稿は編集委員会でレフリーを依頼し審査する。

3) 論文の種類は総説、原著、ノート、リポートの4種類とする。

総説：ある主題に関し、研究・調査論文を総括、解説したもの。

原著：独創的な研究で、それ自身独立して価値のある結論あるいは事実を含むものとする。

ノート：例えば限られた部分の発見や、新しい実験方法など、原著としてまとまらないものであっても報告する価値のあるものとする。

リポート：研究・調査上の成果で記録にとどめる価値のあるもの。

4) 総説は原則として編集委員会で依頼するものとする。

5) 総説以外の原著、ノート、リポートについては投稿者が指定するものとする。

なお、編集委員会と投稿者との協議により論文の種類を変更することがある。

6) 論文1編の長さ

総説、原著、リポート：図表を含め刷り上り10頁程度を原則とする。

ノート：図表を含め刷り上り5頁以内を原則とする。

7) 原著、ノートの原稿には、英文のアブストラクト（Abstract）および6語以内のキーワード（Keywords）を添える。

アブストラクトは、表題、著者名、所属研究室および所属機関名、内容の順に印書し、内容は200語以内とする（別紙「アブストラクト用紙参照」）。

8) 原稿は、CD-ROM、フラッシュメモリ等に保存し、プリントアウトした原稿1部とともに提出する。図表についても同様に提出する。表紙には、和文および英文で、表題、著者名、所属機関名（所属研究室）を記入し、また論文の種類の指定、原稿枚数、別刷希望部数および校正送付先を明記すること（別紙＜投稿論文表紙＞参照）。

9) 別刷（抜刷）を希望する場合は、著者の負担とする。

10) 紀要是原則として年1回、3月に刊行する。

## II 執筆要領

1) 原稿1頁の文字数：和文原稿は、43字×38行=1,634字、英文は、70~80字×42行程度を目安として作成する。

2) 論文の形式：原著は原則として、要約、緒言、実験方法、実験結果、考察、結論、（謝辞）、引用文献に項目分けすることが望ましい。

3) 文中のイタリック体とする語には\_\_\_\_\_線を、ゴシック体には\_\_\_\_\_の下線をつける。

4) 原稿はできるだけ簡明とし、図表などもなるべく少なくすること（原則として同一事項は、表または図のいずれか一方にする。）

5) 図表には、表の場合には上に、図の場合には下に表題を付け、説明文はすべて図（表）の下に記載する。表題および説明文はできるだけ英文とする。

6) 図表の挿入位置は原稿欄外に朱書きして指示する。

7) 論文中の引用文献番号は、片カッコをつけて肩に小さく書く。文献は論文の最後に通し番号順に列記するが、下記の例のごとく、著者名、表題、雑誌（書）名、巻、頁、発行年の順に記し、欧文雑誌名には\_\_\_\_\_、雑誌巻数には\_\_\_\_\_の下線をつける。

（例）

（雑誌）

（和文）橋本衣代、鶴尾悦子、前畠奈津子、小嶋豊：大麦穀粉粒の加熱崩壊状態の測定方法、家政誌、28、1045-1050  
(1968)

（英文）Vachan, C. and Sanjoen, L. : Circadian variation in intestinal protein content in rat fed ad libitum. *J. Am. Coll. Nutr.*, 8, 25-34 (2003)

（単行本）

（和文）弓狩康三、鳥居邦夫：味の栄養学「栄養生態学—世界の食と栄養」（小石秀夫、鈴木継美編），64-90 (1984). 恒和出版、東京

（英文）Naim, M. and Kare, M.R. : Taste stimuli and pancreatic functions. In "The Chemical Senses and Nutrition" (Kare, M.R and O.Maller, eds.), 145-163 (1975). Academic Press, London

8) キーワードは、論文の内容に関連の深い英語を選ぶ。

## 付記

原稿の提出期限は、原則として11月末日とする。

---

## 目 次

### 総説

胆汁鬱滯とビタミンK — 雌ラットは雄ラットより強い— 内田清久、小倉嘉夫.....	1
---	---

高濃度KI/I <sub>2</sub> 溶液による米、その他穀物のモチデンプン粒ゴースト化の研究 瀬口正晴.....	12
--	----

### 原著

暑熱負荷中の前腕発汗量を増大させる手から還流する静脈血 平田耕造、永坂鉄夫、紫藤 治.....	21
--	----

米国ニューヨークにおける高層建築物と景観についての考察 来海素存.....	30
--	----

### 要旨

平成24年度 神戸女子大学家政学部生活科学研究会講演要旨 .....	35
平成24年度 神戸女子大学大学院家政学研究科 博士論文要旨 .....	39
平成24年度 神戸女子大学大学院家政学研究科 修士論文要旨 .....	45

### 卒業論文

平成24年度 神戸女子大学 卒業論文 管理栄養士養成課程 .....	56
平成24年度 神戸女子大学 卒業論文 家政学科 .....	62

---



# 胆汁鬱滯とビタミンK — 雌ラットは雄ラットより強い —

内田 清久、小倉 嘉夫

神戸女子大学 家政学部

Cholestasis and Vitamin K  
– Female rats resist vitamin K deficiency more than males –

Kiyohisa UCHIDA, Yoshio OGURA

*Laboratory of Nutritional Science,  
Faculty of Home Economics, Kobe Women's University, Suma, Kobe 654-8585*

胆汁鬱滯症は胆管が閉塞して胆汁が流れなくなるために起る病気で一般的には黄疸として知られている。原因はいろいろあるが、胆石が胆管に詰まったり、胆管や膵臓などが癌化して胆管を閉塞したり、あるいは薬物の副作用で肝細胞から胆汁が分泌出来なくなつて起る<sup>1-4)</sup>。

胆汁鬱滯症のモデルとして胆管を結紮したラットは実験によく使われる。ラットの胆管を結紮すると肝の纖維化が起り、二次性の肝硬変を起こし、肝機能が低下して死亡すると考えられている。雌雄ラットを比較すると、図1に示すように雄ラットは平均17.3日で死ぬが、雌ラットの生存日数は31.5日で雄よりも約2倍長い。

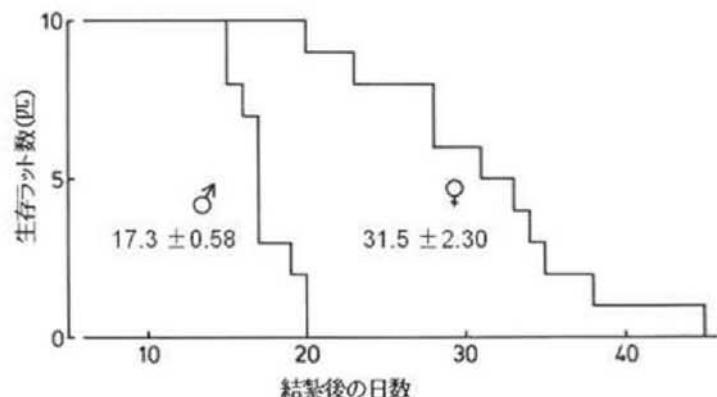


図1 胆管結紮ラットの生存日数

(内田、高瀬他 未発表)

胆汁鬱滯に続く肝機能低下にこのような性差が見られるのは疑問であったが、その死因に関して、胆汁酸が分泌されないためにビタミンKの吸収が十分に行われずビタミンKが欠乏する結果、脳を含む各臓器や体腔内の出血を引き起こしラットが死亡するとする論文が報告された<sup>5)</sup>。以前からビタミンKを投与すると胆管結紮による死亡率が低下することは知られていたが<sup>6)</sup>、上述の胆管結紮後の性差はビタミンKの代謝から見ると極めて受け入れやすい成績なので、それを以下に述べてみたい。

ビタミンKは血液凝固因子の生合成に必須である。血液凝固蛋白である第II、VII、IX、X因子はこれらが活

性を示すためにはN端側に存在する10個前後のグルタミン酸残基が $\gamma$ -カルボキシグルタミン酸に変換されなくてはならない。この時にビタミンKは $\gamma$ -グルタミルカルボキシラーゼの補酵素として作用している<sup>7)</sup>。もしヒトや動物がビタミンK欠乏になると血液凝固因子が生成されず出血死する。

ラットを使っての実験であるが、図2に示すように、雌雄ラットをビタミンK欠乏飼料で飼育すると雄はプロトロンビン時間(PT)の延長などのビタミンK欠乏症状を容易に発症するが雌では欠乏症状がなかなか発症しない<sup>8)</sup>。

この実験では7週令のSD系ラットを用い、食糞を防止するために金網床のケージで飼育した。通常飼料にはCA-1(日本クレア、東京)を用い、ビタミンK欠乏飼料にはYD-81053(Teklad Co. Madison, WI, USA)を用いた。通常飼料は約500 ng/gのビタミンK<sub>1</sub>を含有するが、このビタミンK欠乏飼料の含量は5 ng/g以下である。成績は9例の動物の平均値と標準誤差で示してある。雄ラットは実験開始後2日でPTの有意な延長が認められ以後増悪するが、雌ラットでは10日後になって初めてPTの延長が見られる。PT以外の活性化部分トロンボプラスチン時間(APTT)、第VII因子、異常凝固因子(PIVKA, protein induced by Vitamin K absence or antagonists)といった指標でも同様の成績が得られる。

ビタミンKの吸収には胆汁酸が深く関わっているので、11-13週令の雌雄ラットの胆汁を採取しその胆汁酸組成を検討した(表1)<sup>9)</sup>。胆汁分泌量や胆汁酸分泌量に性差は認められなかったが、胆汁酸組成をみると雌ラットはコール酸の割合が高く $\beta$ -ムリコール酸の割合が低い。コール酸は脂質吸収を促進する効果が高いの

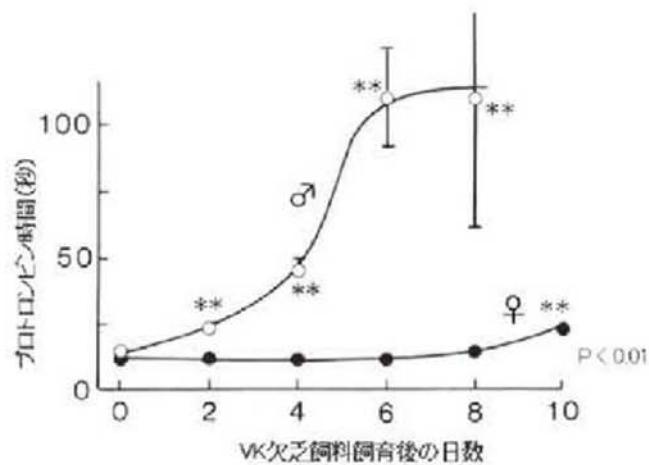


図2 ビタミンK欠乏飼料飼育ラットの  
プロトロンビン時間の変化 (文献8)

表1 雌雄ラットの胆汁酸分泌量および胆汁酸組成

	雄ラット	雌ラット
ラット数	15	12
体重(g)	358	225*
肝重量(g/100g 体重)	3.56	4.02*
胆汁分泌量(ml/hr/10g 肝)	1.11	1.13
胆汁酸分泌量(mg/hr/10g 肝)	9.45	10.29
胆汁酸組成(%)		
コール酸系胆汁酸	47.4	72.1*
コール酸	43.6	69.8*
デオキシコール酸	3.8	2.3*
ケノデオキシコール酸系胆汁酸	47.9	23.1*
ケノデオキシコール酸	4.8	3.7
$\alpha$ -ムリコール酸	3.5	2.8
$\beta$ -ムリコール酸	28.6	10.5*
$\omega$ -ムリコール酸#	6.2	2.9
リトコール酸	0.3	0.4
ヒオデオキシコール酸	4.5	2.7*
その他	4.8	4.9

# 未定 \* P < 0.05

(文献9)

で<sup>10, 11)</sup>、この成績は雌ラットのビタミンK吸収が高いとする推測を支持する成績である。なお、雄ラットの $\beta$ -ムリコール酸値が高いのは、肝の $6\beta$ -水酸化活性が雄ラットで高いためである<sup>12)</sup>。

このような雌雄差がみられるので、ビタミンK欠乏の発現に対する性ホルモンの作用を検討した(表2)<sup>13)</sup>。実験には7-10週令のWistar系雄ラットを使用し、通常飼料にはビタミンK<sub>1</sub>含量が約500 ng/gのJCL-CA-(日本クレア、東京)を使用したが、ビタミンK欠乏飼料には自家調整した飼料を用いた。そのビタミンK<sub>1</sub>含量は30-50 ng/gであり、飼料の成分はビタミンKを含まないカゼインが18.0%、蔗糖が67.6%、大豆油と菜種油の混合油が8%、塩類(Hegsted salt)が4%、纖維素が1.5%、ビタミンK以外のビタミンが適当量である。成績は表2に示す通り、ビタミンK欠乏飼料で8日間飼育するとPTは明らかに延長したが、女性ホルモン(estradiol benzoate 0.02 mg/kg)を1日1回皮下注射により8日間投与するとPTの延長はみられなかった。また、雄ラットを去勢しておくとビタミンK欠乏飼料で飼育してもPTは延長しないが、男性ホルモン(testosterone propionate 1 mg/kg)を1日1回皮下注射により8日間投与するとPTは延長した。つまり、雄ラットに女性ホルモンを投与するか、あるいは雄ラットを去勢しておくとビタミンK欠乏症状を起きないが、男性ホルモンを投与するとビタミンKの欠乏症状が現れる。(注1)

表2 雄ラットのプロトロンビン時間に対する性ホルモンの作用

飼料	処置	プロトロンビン時間(秒)
正常ラット	通常	12.5 ± 0.1
正常ラット	VK欠乏	16.6 ± 0.6*
正常ラット	VK欠乏 女性ホルモン <sup>a</sup>	11.8 ± 0.4
去勢ラット	VK欠乏	11.8 ± 0.4
去勢ラット	VK欠乏 男性ホルモン <sup>b</sup>	14.3 ± 1.0*

a: Estradiol benzoate 0.02 mg/kg/日、8日間(皮下注射)

b: Testosterone propionate 1.0 mg/kg/日、8日間(皮下注射)

\*: P < 0.05

(文献13)

注1:図2の実験のビタミンK欠乏試料はビタミンK<sub>1</sub>含量が5 ng/gであるのに、表2の実験では飼料のビタミンK<sub>1</sub>含量が30-50 ng/gと高いのでビタミンK欠乏症状が弱い。初期の実験では高度のビタミンK欠乏飼料を入手出来なかつたのでこのようなことが起つた。

表3 女性ホルモン(Estradiol)のビタミンK吸収促進作用

		ビタミンK吸収量(μg/4時間)
去勢雄ラット	コントロール	0.0 ± 0.0
去勢雌ラット	コントロール	1.2 ± 0.1
去勢雄ラット	女性ホルモン <sup>a</sup>	25.8 ± 3.0
去勢雌ラット	女性ホルモン <sup>a</sup>	11.8 ± 3.5

a: Estradiol 100 μg/rat (Day 0とDay 5に腹腔内注射) (文献16)

雌ラットがビタミンK欠乏に抵抗性を示すのは女性ホルモンの作用であり、男性ホルモンは逆にビタミンK欠乏症状を助長すると考えられることは以前から報告されていたが<sup>14, 15)</sup>、Jollyら<sup>16)</sup>は女性ホルモンを投与するとビタミンKの吸収が促進されると報告した(表3)。この実験では消化管内にビタミンKを投与し、腸管から吸収され4時間で胸管リンパから回収された量を示している。対照群に比べて女性ホルモンを投与するとビタミンKの吸収量は雌雄ラットとも著しく増加する。その後の研究でも雌ラットの血中や肝のビタミンK濃度は雄ラットよりも高いことが報告されている<sup>17, 18)</sup>。

では、女性ホルモンはどのような機構でその作用を示すのであろうか。ビタミンKの吸収には胆汁酸が必要であるので、女性ホルモンをラットに投与して胆汁酸組成の変化を調べたが、性差から考えられる成績（表1）とは逆に、胆汁酸組成ではコレステロール酸が減少し、ケノデオキシコレール酸あるいはケノデオキシコレール酸から変換生成される $\beta$ -ムリコール酸が増加するという結果であった<sup>19-21)</sup>。表4にKoopanらの成績<sup>21)</sup>を引用して示す。

表4 女性ホルモンの胆汁酸組成に対する作用

	プールサイズ		生合成	
	コントロール	女性ホルモン <sup>a</sup>	コントロール	女性ホルモン
	(%)		(%)	
コレステロール	67.0	50.8*	44.1	14.9*
ケノデオキシコレール酸	9.6	8.3	25.2	42.1*
$\beta$ -ムリコール酸	5.5	7.0	14.6	20.3
ヒオデオキシコレール酸	5.9	8.8	16.8	22.7

a: Ethynodiol diacetate (5 mg/kg, 3日間皮下注射投与)

\*: P < 0.05

(文献21)

先にも述べたが、脂質吸収を促進する作用はコレステロール酸が強くケノデオキシコレール酸や $\beta$ -ムリコール酸の作用は弱いので<sup>10, 11)</sup>、上述の成績は脂質の吸収を促進する変化とは考えられず、女性ホルモンのビタミンK吸収促進効果を胆汁酸代謝の変化では説明が出来なかった。その機構は未だ不明である。

また、男性ホルモンの作用については、男性ホルモンがビタミンKの代謝分解を促進する可能性を否定できない。ビタミンKはイソプレン側鎖が順次切断され、K acid I 及び K acid II と呼ばれる代謝物に酸化され、グルクロン酸抱合を受けて排泄されることが知られている<sup>22)</sup>。

胆管結紮後の雌雄の差に関連する報告として、結紮後のALT (alanine-transaminase) やGMT ( $\gamma$ -glutamyltransferase) などの活性、TNF- $\alpha$ 濃度やIL-6濃度は雄ラットが雌ラットより高いが、組織学的病変としての纖維化あるいは炎症変化は雌のほうが進行していると報告されている<sup>23)</sup>。しかし、この成績が胆管結紮ラットの生存日数の性差にどのように関連するかは明かでない。

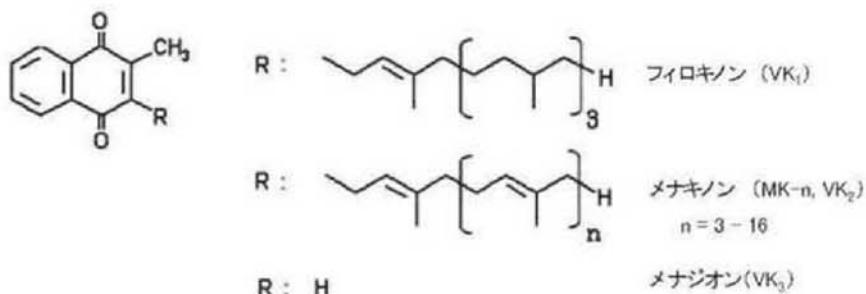


図3 フィロキノン、メナキノン、メナジオンの構造

ところで、ビタミンKには緑黄色野菜や海草に含まれるフィロキノン (phylloquinone) と腸内細菌が産生するメナキノン (menaquinone) とがあり、前者はビタミンK<sub>1</sub> (VK<sub>1</sub>)、後者はビタミンK<sub>2</sub> (VK<sub>2</sub>) とも呼ばれるが、側鎖を持たないメナジオンはビタミンK<sub>3</sub> (VK<sub>3</sub>) と呼ばれる (図3)。側鎖の構造はイソプレンが重合したもので、フィロキノンは4個のイソプレンのうち末端の3個はイソペンタンに還元されているフィトールである。VK<sub>1</sub>とVK<sub>2</sub>はともに生理活性を持つがVK<sub>3</sub>には活性が認められない<sup>24)</sup>。しかし、VK<sub>3</sub>は体内でMK-4に変換されるので、

動物の飼料に添加されることが多い。フィロキノンは一種類であるが、メナキノンは産生する腸内細菌により側鎖のイソプレンの数が異なり3~16のものが存在するので<sup>25, 26)</sup> イソプレンの数をつけてMK-4とかMK-7とかと表記される。これらのメナキノンはヒトや動物の肝や糞便中にも見出される<sup>27~30)</sup>。

図4は体内におけるビタミンKの役割と代謝を示したものである。フィロキノンやメナキノンはキノンの形で吸収されるが肝あるいは他の組織でビタミンK還元酵素により活性型のヒドロキノン型に還元され、これが $\gamma$ -グルタミルカルボキシラーゼの補酵素として働き、グルタミン酸(Glu)は $\gamma$ -カルボキシグルタミ酸(Gla)に変換され、同時にビタミンKヒドロキノンはビタミンKエポキサイドに酸化される。このエポキサイドはエポキサイド還元酵素で還元され最初のキノン型に戻り、再び活性型に還元され再利用される。これがビタミンKサイクルと呼ばれるものである。従って、体内にフィロキノンあるいはメナキノンのエポキサイドが確認されれば、そのビタミンKは利用されたことの証拠になるが、これは後述する。

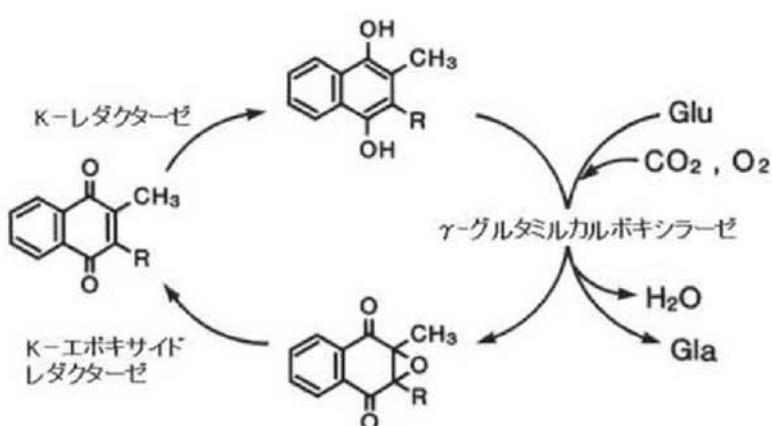


図4 ビタミンKサイクル

ビタミンKは脂溶性なので胆汁酸が無いと一般的には吸収されない。そこで、ラットの小腸上部あるいは大腸にループ(10 cm)を作り、胆汁添加および不添加の2群について、<sup>14</sup>C-MK-4を可溶化剤(HCO-60)に溶解して注入し、リンパや門脈血への吸収および胆汁中や尿中への排泄を検討した<sup>31)</sup>。図5はリンパへの吸収を示す成績で吸収量を投与量に対する%で示したものである。胆汁存在下では投与した量の約20%がリンパ系で吸収されるが、胆汁が無いと吸収量は5%以下である。それに対し、大腸からは胆汁の有無にかかわらずほとんどリンパには吸収されない。

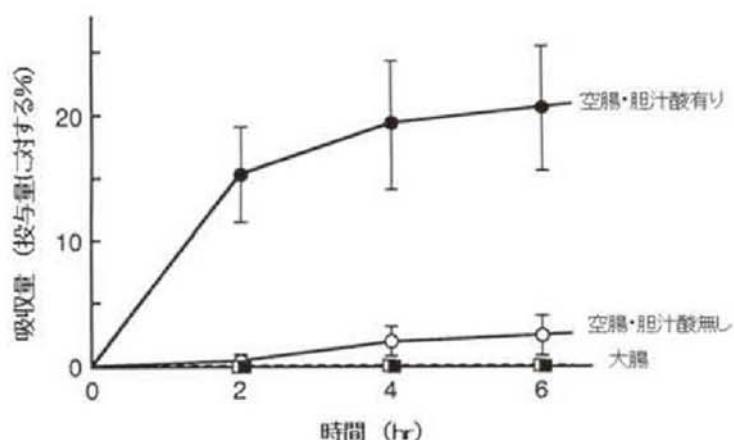


図5 空腸および大腸からのMK-4のリンパ吸収  
黒丸は胆汁添加、白丸は胆汁不添加 (文献31)

胆汁鬱滯とビタミンK 一雌ラットは雄ラットより強い—

しかし、リンパ系のほかに胆汁や尿中への移行も考慮して検討すると、表5に示すごとく、MK-4は大腸からリンパではなく門脈系を介して15%程度が吸収されている。これは吸収されたMK-4あるいはその代謝物が胆汁中や尿中に排泄されていることからそのように推察される。一方、MK-9は胆汁酸存在下では空腸からMK-4と同程度あるいはそれ以上に吸収されるが、大腸からはほとんど吸収されない<sup>31)</sup>。

表5 小腸および大腸ループ内に注入したMK-4およびMK-9のリンパへの吸収および胆汁中や尿中への排泄

ループ	MK-4				MK-9	
	空腸		大腸		空腸	大腸
胆汁有無	有	無	有	無	有	無
(投与量に対する%)						
リンパ	20.3 <sup>a</sup>	2.4	0.1	nd	26.2	nd
胆汁	21.6	24.2	14.4	7.1	3.5	0.1
尿	2.2	3.8	0.4	0.3	1.5	nd

a: 注入後6時間までの成績 (文献31)

これらの成績から、MK-4やMK-9は胆汁が存在すれば小腸上部からリンパに吸収されるが、胆汁非存在下ではその吸収は数%に過ぎないこと、また、大腸からも僅かに吸収されるがそれはリンパではなく門脈血中に吸収されることがわかった。ただし、MK-9の大腸からの吸収はMK-4に比べると遙かに低い。Hollanderら<sup>32)</sup>もMK-9は小腸上部からは胆汁酸量に依存して吸収されるが、大腸からの吸収量は低く受動的拡散で吸収されると報告している。このように、脂溶性のビタミンKが胆汁酸は無くとも吸収されることは意外なことであった。しかし、メナキノンの大腸からの吸収量でビタミンK必要量は補えるとする意見もあるが<sup>33)</sup>、ビタミンK欠乏飼料で飼育したラットは腸内細菌が存在していても明らかにビタミンK欠乏症状を呈するので(表2、図2参照)、大腸からの受動的吸収のみでは不足と考えられる。

表6 新生・幼若期ビーグル犬肝のビタミンK含量

VK <sub>1</sub>	MK-4	MK-6	MK-7	MK-8	MK-9	MK-10	MK-11	MK-12	MK-13	(pmol/g)
1日	2.46	1.30	0.21	0.15	0.07	nd	0.13	0.03	nd	nd
3日	11.09	4.77	0.72	2.17	0.28	0.05	0.16	0.17	0.07	nd
7日	5.28	4.59	0.93	2.42	0.63	0.15	0.53	0.22	0.14	0.06
14日	7.01	5.08	0.93	2.70	1.28	0.51	1.00	0.30	0.08	0.03
28日	5.81	3.06	1.48	3.48	1.44	0.29	0.97	0.48	0.18	0.05
60日	6.81	3.42	9.42	7.46	4.38	4.22	9.25	7.59	6.60	2.78

(文献30)

一方、新生児は腸内細菌を持たないので腸内細菌由来のメナキノンは存在しないが、出生後腸内細菌の定着と共に肝のメナキノン含量も増加する。表6は出生直後から60日令に到るビーグル犬肝のVK<sub>1</sub>およびメナキノン量の変化を検討した成績<sup>30)</sup>であるが、MK-4は生後1日でもかなりの量が存在し、それ以後も高値を示していた。ヒトの胎脂にMK-4が存在するが<sup>34)</sup>ビーグル犬の胎脂にも多量のMK-4が存在し、VK<sub>1</sub>が7 pmol/gであるのに対しMK-4は210 pmol/gも含まれている<sup>30)</sup>。MK-4が出生直後から高値を示すのは、あるいは胎脂のMK-4に由来するものかもしれない。ちなみに、60日令のビーグル犬の体重は約2 kgであり、肝重量は約60 gである。

MK-4以外では、MK-7が生後早い時期から多く、他の長鎖メナキノンも出生後徐々に増加し、60日令では

MK-6、-7、-10、-11、-12などが高値を示す。興味深いことにメナキノンの総量はフィロキノンより多く、28日令では2倍前後、60日令では10倍弱にもなる。

MK-4はそれを産生する菌が存在し糞便中にも見出されるので腸内細菌が作ると考えられが、腸内細菌が産生するメナキノンはMK-7～MK-10といった長鎖メナキノンが多く、MK-4やMK-3などは少ない。一方、ヒトや動物にVK<sub>1</sub>を投与するとMK-4が増加し<sup>35-39)</sup>、VK<sub>1</sub>からMK-4を合成する酵素も同定されたので<sup>40、41)</sup> MK-4は腸内細菌由来のものだけでなく体内でも生成されると考えられるようになった。肝あるいは他の組織でVK<sub>1</sub>はメナジオン（VK<sub>3</sub>）に変換され、それがMK-4に変換されるという経過である。

我々はビーグル犬新生児肝にMK-4が多いのは胎脂のMK-4濃度が高いことに関連するのではないかと注目していたが<sup>30)</sup>、MK-4は肝以外の臓器、特に甲状腺、肺、副腎、性腺などの内分泌臓器や脳に高いことがマウスの成績であるが報告された<sup>40)</sup>。ビタミンKの中でもMK-4はいくつかの特異な作用を示すので、MK-4は血液凝固因子の合成以外に、生体に対して重要な生理活性を持つのではないかと推測されている<sup>42)</sup>。

先にも述べたが、ビタミンKが補酵素として作用するとそのエポキサイドが生成される。生体試料中にVK<sub>1</sub>やMK-4のエポキサイドは見出せるが<sup>40、43)</sup>、長鎖メナキノンのエポキサイドも生体試料中に見出せるか否か、4頭の雄ビーグル犬の肝に含まれるMK-7とMK-10のエポキサイドを測定した（表7）。個体により長鎖メナキノン量には差があるがMK-7のエポキサイド（MK-7epo）はMK-7の約5%、MK-10のエポキサイド（MK-10epo）はやや高く6%位が存在している。この成績は長鎖メナキノンも補酵素として使われていることを示している。

ここではMK-7とMK-10のエポキサイド型が確認できることを示したが、それ以外のメナキノンについても詳しく調べればそれぞれのエポキサイド型を見つけられるであろう。

表7 ビーグル犬肝に含まれるMK-7、MK-10とそのエポキサイド濃度

齢(月)	MK-7	MK-7epo (ng/g)	MK-10	MK-10epo
30	8.68	0.39 (4.4%)	77.19	5.68 (7.4%)
18	12.20	0.63 (5.2%)	261.13	16.71 (6.4%)
15	12.20	0.58 (4.8%)	116.31	6.89 (5.9%)
13	14.41	0.67 (4.6%)	128.93	7.06 (5.5%)

(野津本、平内他 未発表)

フィロキノンもメナキノンも等モルなら同じ生理活性を示すか、という問題にはまだ十分な成績は集積されていない。両者の吸収や代謝にも違いがあり、生理活性もフィロキノンはMK-9に比べ遙かに高いとする報告<sup>44)</sup>、メナキノンの中ではMK-4～MK-6の活性が高いとする報告<sup>45)</sup>、あるいは、骨形成に対する活性はMK-4がフィロキノンより高く、生理的にMK-4の方が重要であるとする報告<sup>46)</sup>などがある。

ビタミンKは血液凝固因子の合成のみならず骨の生成代謝にも深く係わっている。骨の蛋白であるオステオカルシン（osteocalcin）はγ-カルボキシグルタミン酸を含み、その生成にはビタミンKが必要である<sup>47、48)</sup>。その結果、ビタミンK欠乏では骨折が起りやすく、逆に十分量のビタミンKを摂取していると予防できる。日本の食品

である納豆はMK-7を多量に含んでいるので<sup>49)</sup>、納豆を食べる習慣がある関東は関西に比べて骨折が少ないと報告されている<sup>50, 51)</sup>。

さらに、 $\gamma$ -カルボキシグルタミン酸を含むタンパクは動脈硬化部位<sup>52)</sup>や腎<sup>53)</sup>にも存在する。動脈硬化部位にはアテロカルシン(atherocalcin)が、骨や血管壁にはGlaを含むマトリックスGla蛋白(MGP)が存在する。これらの機能については未だ十分な成績は集積されていないが、作用がビタミンKに拮抗するワーファリンを投与すると、ラットでの実験であるが、動脈や心臓の弁が石灰化するとする報告がある<sup>54)</sup>。これらのことから、生体での石灰化の反応にはビタミンK依存性のGlaを含む蛋白が関与していると推論される<sup>55)</sup>。また、動物実験の成績ではあるがビタミンK欠乏ではテストステロンの生合成が低下し<sup>56)</sup>、MK-4はその生合成を促進するという報告もある<sup>57)</sup>。

## 要約

胆管結紮後死亡するまでの日数は雌ラットが雄ラットの2倍近く長いが、これはビタミンK欠乏時に見られる性差とよく符合し、胆管結紮による死因がビタミンK欠乏による出血死であることを支持する。女性ホルモンはビタミンK欠乏を抑制するが、男性ホルモンは逆にビタミンK欠乏を助長する。血中や組織のビタミンK濃度は雌ラットが雄ラットより高く、雌ラットの胆汁中胆汁酸組成はコール酸の割合が高いので雌ラットはビタミンKの吸収が良いと考えられる。しかし、女性ホルモンを投与するとビタミンK吸収は増加するにもかかわらず、胆汁酸組成はコール酸が減少し、代って脂質吸収作用の弱いケノデオキシコール酸が増加するので、女性ホルモンによるビタミンK吸収の増加を胆汁酸組成の変化では説明できない。女性ホルモンはどのような機作でビタミンK吸収を亢進するか未だ不明である。

出生直後のビーグル犬肝のメナキノン値は極めて低いが、成長に伴い増加し、特に長鎖メナキノン値の増加が著しい。MK-4は腸内細菌も生成するが、出生直後のビーグル犬肝や胎脂にも高濃度で存在する。これはMK-4がVK<sub>1</sub>から動物組織で変換生成されるとする主張を支持する成績である。

ビタミンKは $\gamma$ -グルタミルカルボキシラーゼの補酵素としてビタミンK依存性凝固因子の生成には必須であるが、 $\gamma$ -カルボキシグルタミン酸(Gla)を含む蛋白は血液凝固因子の他に骨形成に必要なオステオカルシンも存在する。動脈硬化部位など骨以外の生体での石灰化にもGla含有蛋白が広く関与している。老人の骨代謝の維持は重要な課題であり栄養学的にもビタミンKの研究は重要である。さらに、腸内細菌などの微生物が産生するメナキノンは微生物自身の酸化・還元反応に関与しているので<sup>58)</sup>、それが微生物の示す胆汁酸の酸化・還元反応に関与していたら興味は尽きないが、それに関しては全く知られていない。

## 謝辞

ビタミンKについて種々ご教示いただいた畏友の平内三政博士に深謝する。

## 引用文献

- 1) 山村雄一編、肝内胆汁鬱滯症、「新内化学」 第4巻(南山堂、東京)、463-469 (1976).
- 2) 田中直見、織田敏次、胆汁うっ滞の機序、代謝、17, 107-117 (1980).
- 3) 内田清久、胆汁鬱滯症、「胆汁酸と胆汁」(創英社/三省堂、東京)、80-82 (2009).
- 4) Sherlock, S. and Summerfield, J.A., Cholestasis. In "A Colour Atlas of Liver Disease," (Wolfe Medical Publications

- Ltd), 88-125 (1979).
- 5) Akimoto, T., Hayashi, N., Adachi, M., et al., Viability and plasma vitamin K levels in the common bile duct ligated rats. *Exp. Anim.*, **54**, 155-161 (2005).
  - 6) Beck, P.L. and Lee, S.S., Vitamin K<sub>1</sub> improves survival in bile-duct-ligated rats with cirrhosis. *J. Hepatology*, **23**, 235 (1995).
  - 7) Suttie, J.W., Vitamin K-dependent carboxylase. *Ann. Rev. Biochem.*, **54**, 459-477 (1985).
  - 8) Matsuura, M., Satoh, S., Takano, K., et al., Vitamin K-reversible hypoprothrombinemia in rats. I. Sex differences in the development of hypoprothrombinemia and the effects of beta-lactam antibiotics. *Jpn. J. Pharmacol.*, **46**, 303-310 (1988).
  - 9) 内田清久、高瀬治登、野村泰治、他、幼若ラットおよび肝部分切除ラットにおける胆汁酸代謝。脂質生化学研究。23, 160-163 (1981).
  - 10) Uchida, K., Nomura, Y. and Takeuchi, N., Effects of cholic acid, chenodeoxycholic acid, and their related bile acids on cholesterol, phospholipid, and bile acid levels in serum, liver, bile and feces of rats. *J. Biochem.*, **87**, 187-194 (1980).
  - 11) 内田清久、五十君裕玄、高瀬治登、他、コレステロール吸収と胆汁酸。消化と吸収。13, 36-39 (1990).
  - 12) Einarsson, K., Gustafsson, J.A. and Goldman, A.S., Metabolism of steroid hormones, sterols, and bile acids in liver microsomes from male, female, and male-pseudohermaphroditic rats. *Eur. J. Biochem.*, **31**, 345-353 (1972).
  - 13) Uchida, K., Shike, T., Kakushi, H., et al., Effect of sex hormones on hypoprothrombinemia induced by N-methyl-tetrazolethiol in rats. *Thrombosis Res.*, **39**, 741-750 (1985).
  - 14) Metta, V.C. and Johnson, B.C., Effect of feeding vitamin K-deficient diets to female rats. *J. Nutr.*, **72**, 455-458 (1960).
  - 15) Matschiner, J.T. and Willingham, A.K., Influence of sex hormones on vitamin K deficiency and epoxidation of vitamin K in the rat. *J. Nutr.*, **104**, 650-665 (1974).
  - 16) Jolly, D.W., Craig, C. and Nelson, T.E. Jr., Estrogen and prothrombin synthesis: effect of estrogen on absorption of vitamin K<sub>1</sub>. *Am. J. Physiol.*, **232**, H12-17 (1977).
  - 17) 武田厚子、平池秀和、初田直樹、他、血漿および脳中ビタミンK濃度の性による違い～肥満ラット(Minko rat)に関する研究(10)。微量栄養素研究。19, 67-70 (2002).
  - 18) 大崎雄介、伊東あさぎ、白川 仁、他、無菌ラットを用いたビタミンK欠乏動物の作成と欠乏症の性差について。無菌生物。38, 112-115 (2008).
  - 19) Uchida, K., Nomura, Y., Kadokawa, M., et al., Effects of estradiol, dietary cholesterol and l-thyroxine on biliary bile acid composition and secretory rate, and on plasma, liver and bile cholesterol levels in rats. *Endocrinol. Japon.*, **17**, 107-121 (1970).
  - 20) Ayaki, Y., Effect of estradiol-17 $\beta$  on the metabolism of bile acids in the rat. *J. Biochem.*, **82**, 1379-1388 (1977).
  - 21) Koopen, N.R., Post, S.M., Wolters, H., et al., Differential effects of 17 $\alpha$ -ethynodiol dienoate on the neutral and acidic pathways of bile salt synthesis in the rat. *J. Lipid Res.*, **40**, 100-108 (1999).
  - 22) Watanabe, M., Toyoda, M., Imada, I., et al., Ubiquinone and related compounds. XXVI. The urinary metabolites of phylloquinone and  $\alpha$ -tocopherol. *Chem. Pharm. Bull.*, **22**, 176-182 (1974).
  - 23) Zivny, H., Zivny, P., Palicka, V., et al., The differences in selected biochemical makers and histological findings after bile duct ligation in male and female rats. *Adv. Clin. Path.*, **5**, 147-153 (2001).
  - 24) Buitenhuis, H.C., Soute, B.A., Vermeer, C., Comparison of the vitamins K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> and K<sub>3</sub> as cofactors for the hepatic vitamin K-dependent carboxylase. *Biochim. Biophys. Acta*, **1034**, 170-175 (1990).
  - 25) Collins, M.D. and Jones, D., Distribution of isoprenoid quinone structural types in bacteria and their taxonomic implications. *Microbiological Review*, **45**, 316-354 (1981).
  - 26) Ramotar, K., Conly, J.M., Chubb, H., et al., Production of menaquinones by intestinal anaerobes. *J. Infect. Dis.*, **150**, 213-218 (1984).
  - 27) Hirauchi, K., Sakano, T., Nagaoka, T., et al., Measurement of K vitamins in biological materials by high-performance liquid chromatography using fluorometric detection. *J. Pharmacobi-Dyn.*, **9**, s-72 (1986).
  - 28) Sakano, T., Nagaoka, T., Morimoto, A., et al., Measurement of K vitamins in human and animal feces by high-

- performance liquid chromatography with fluorometric detection. *Chem. Pharm. Bull.*, **34**, 4322-4326 (1986).
- 29) Uchida, K., and Komeno, T., Relationships between dietary and intestinal vitamin K, clotting factor levels, plasma vitamin K and urinary Gla. In "Proceedings of the Seventeenth Steenbock Symposium, Current Advances in Vitamin K Research" ed. John W. Suttie, (Elsevier, Amsterdam, London), 477-492 (1987).
- 30) Uchida, K., Satoh, T., Nozumoto, S., et al., Phylloquinone and menaquinone concentrations in plasma, liver and feces of beagle dogs after birth. *Bioscience Microflora*, **18**, 37-42 (1999).
- 31) Ichihashi, T., Takagishi, Y., Uchida, K., et al., Colonic absorption of menaquinone-4 and menaquinone-9 in rats. *J. Nutr.*, **122**, 506-512 (1992).
- 32) Hollander, D., Rim, E. and Ruble, P.E. Jr., Vitamin K<sub>2</sub> colonic and ileal in vivo absorption: bile, fatty acids, and pH effects on transport. *Am. J. Physiol.*, **233**, E124-E129 (1977).
- 33) Hollander, D., Muralidhara, K.S. and Rim, E., Colonic absorption of bacterially synthesized vitamin K<sub>2</sub> in the rat. *Am. J. Physiol.*, **230**, 251-255 (1976).
- 34) 木村美恵子、平池秀和. 食品中および栄養評価におけるビタミンB<sub>1</sub>およびビタミンK測定へのHPLC応用. 島津科学計測ジャーナル. **3**, 275-288 (1991).
- 35) Davidson, R.T., Foley, A.L., Engelke, J.A., et al., Conversion of dietary phylloquinone to tissue menaquinone-4 in rats is not dependent on gut bacteria. *J. Nutr.*, **128**, 220-223 (1998).
- 36) 肥後匡子、木村美恵子、糸川嘉則、他. ラット精巢におけるビタミンK<sub>1</sub>からメナキノン-4への変換について. ビタミン. **66**, 255 (1979).
- 37) Thijssen, H.H. and Drittij-Reijnders, M.J., Vitamin K distribution in rat tissues: dietary phylloquinone is a source of tissue menaquinone-4. *Brit. J. Nutr.*, **72**, 415-425 (1994).
- 38) Yamamoto, R., Komai, M., Kojima, K., et al., Menaquinone-4 accumulation in various tissues after an oral administration of phylloquinone in Wistar rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **43**, 133-143 (1997).
- 39) Komai, M. and Shirakawa, H., Vitamin K metabolism. Menaquinone-4 (MK-4) formation from ingested VK analogues and its potent relation to bone function. *Clin. Calcium*, **17**, 1663-1672 (2007).
- 40) Okano, T., Shimomura, Y., Yamane, M., et al., Conversion of phylloquinone (vitamin K<sub>1</sub>) into menaquinone-4 (vitamin K<sub>2</sub>) in mice. Two possible route for menaquinone-4 accumulation in cerebra of mice. *J. Biol. Chem.*, **283**, 11270-11279 (2008).
- 41) Nakagawa, K., Hirota, Y., Sawada, N., et al., Identification of UBIAD1 as a novel human menaquinone-4 biosynthetic enzyme. *Nature*, **468**, 117-121 (2010).
- 42) 白川 仁、大崎雄介、駒井三千夫. ビタミンKの生体内変換とその意義. 化学と生物. **45**, 627-634 (2007).
- 43) Hirauchi, K., Sakano, T., Nagaoka, T., et al., Simultaneous determination of vitamin K<sub>1</sub>, vitamin K<sub>1</sub> 2,3-epoxide and menaquinone-4 in human plasma by high-performance liquid chromatography with fluorimetric detection. *J. Chromatogr.*, **430**, 21-29 (1988).
- 44) Will, B. and Suttie, J.W., Comparative metabolism of phylloquinone and menaquinone-9 in rat liver. *J. Nutr.*, **122**, 953-958 (1992).
- 45) Akiyama, Y., Hara, K., Matsumoto, A., et al., Comparison of intestinal absorption of vitamin K<sub>2</sub> (menaquinone) homologues and their effects on blood coagulation in rats with hypoprothrombinaemia. *Biochem. Pharmacol.*, **49**, 1801-1807 (1995).
- 46) Kidd, P.M., Vitamins D and K as pleiotropic nutrients: clinical importance to the skeletal and cardiovascular systems and preliminary evidence for synergy. *Altern. Med. Rev.*, **15**, 199-222 (2010).
- 47) Price, P.A., Vitamin K-dependent formation of bone Gla protein (osteocalcin) and its function. *Vitam. Horm.*, **42**, 65-108 (1985).
- 48) Booth, S.L., Roles for vitamin K beyond coagulation. *Annu. Rev. Nutr.*, **29**, 89-110 (2009).
- 49) 坂野俊行、野津本 茂、長岡忠義、他. 蛍光検出高速液体クロマトグラフィー法による食品中のビタミンK類の測定. ビタミン. **62**, 393-398 (1988).
- 50) Kaneki, M., Hodges, S.J., Hosoi, T., et al., Japanese fermented soybean food as the major determinant of the large geographic difference in circulating levels of vitamin K<sub>2</sub>: possible implications for hip-fracture risk. *Nutrition*, **17**, 315-321 (2001).

- 51) Ikeda, Y., Iki, M., Morita, A., et al., Intake of fermented soybeans, natto, is associated with reduced bone loss in post menopausal women: Japanese Population-Based Osteoporosis (JPOS) Study. *J. Nutr.*, **136**, 1323-1328 (2006).
- 52) Levy, R.J., Zenker, J.A. and Lian, J.B., Vitamin K-dependent calcium binding proteins in aortic valve calcification. *J. Clin. Invest.*, **65**, 563-566 (1980).
- 53) Deyl, Z., Vancíková, C. and Macek, K.,  $\gamma$ -Carboxyglutamic acid-containing protein of rat kidney cortex. Changes with high fat diet, and molecular parameters. *Hoppe Seylers Z. Physiol. Chem.*, **361**, 1767-1772 (1980).
- 54) Price, P.A., Faus, S.A. and Williamson, M.K., Warfarin causes rapid calcification of the elastic lamellae in rat arteries and heart valves. *Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.*, **18**, 1400-1407 (1998).
- 55) Viegas, C.S.B., Cavaco, S., Neves, P.L., et al., Gla-rich protein is a novel vitamin K-dependent protein present in serum that accumulates at sites of pathological calcifications. *Am. J. Pathol.*, **175**, 2288-2298 (2009).
- 56) Shirakawa, H., Ohsaki, Y., Minegishi, Y., et al., Vitamin K deficiency reduces testosterone production in the testis through down-regulation of the Cyp11a a cholesterol side chain cleavage enzyme in rats. *Biochim. Biophys. Acta.*, **1760**, 1482-1488 (2006).
- 57) Ito, A., Shirakawa, H., Takumi, N., et al., Menaquinone-4 enhances testosterone production in rats and testis-derived tumor cells. *Lipids in Health and Disease*, **10**, 158 (2011).
- 58) Nowicka, B. and Kruk, J., Occurrence, biosynthesis and function of isoprenoid quinones. *Biochim. Biophys. Acta.*, **1797**, 1587-1605 (2010).

### 参考成書

- 1) 岩永貞昭、齊藤英彦、松田道生 監修、ビタミンK 医学・生物学領域における新展開、(メディカル・ジャーナル社、東京)、(1988).
- 2) 日本ビタミン学会 編集、ビタミン総合事典、(朝倉書店、東京)、(2010).

# 高濃度KI/I<sub>2</sub>溶液による 米、その他穀物のモチデンパン粒ゴースト化の研究

瀬口 正晴

神戸女子大学 家政学部

Ghost-like of rice and other cereal waxy starches by  
concentrated KI/I<sub>2</sub> solution—

Masaharu SEGUCHI

*Laboratory of Food Processing, Faculty of Home Economics, Kobe Women's University, Suma-Ku, Kobe City, JAPAN*

## 1. Introduction

Starch granules are composed of amylose, amylopectin, and other minor components, such as lipids and protein. Non-waxy starch granules containing 20-30% amylose and 70-80% amylopectin, while waxy starch granules do not contain amylose. Boiled waxy rice starch is markedly viscous and elastic (Whistler & BeMiller, 1997). The location of amylose in starch granule, and the role of amylose in swelled starch are not known clearly (Atkin et al., 1999). However, it is thought that swollen starch without amylose or with a low concentration of amylose is markedly viscous and elastic because of the characteristics of amylopectin. On the other hand, it is thought that swollen non-waxy starch is neither viscous nor elastic because amylose counteracts the characteristics of amylopectin. However, the precise mechanism of the interaction of amylose and amylopectin in starch granule and in swelling starch is not understood.

We obtained 39 strains of rice containing various proportions of amylose. It was reported that starch granules may swell at room temperature in several highly concentrated salt solution, e.g. NaI, NaBr and CaCl<sub>2</sub> (Gerlsma 1970; Gough & Pybus, 1973; Jane & Shen, 1993).

Seguchi et al., 2000, 2001, & 2003 demonstrated the ghost appearance of waxy starch granules under the light microscope when staining and simultaneously swelling with 25% KI/10% I<sub>2</sub>. Obanni & BeMiller, (1995) described ghosts of starch granules which were prepared in two steps: (1) pressure cooking (121°C) a dilute starch slurry, and (2) sedimenting the remnants of granules and washing the remnants with water before staining, them in dilute KI/I<sub>2</sub>. In our work we define ghosts as granules that have swollen in concentrated KI/I<sub>2</sub> so they appear to be mostly transparent. The ghost area for a starch is defined by the percent increase in granule area in the microscopic field when a starch is exposed and viewed in concentrated KI/I<sub>2</sub>.

Seguchi et al., 2000, 2001 & 2003 showed the phenomena of ghost of lower amylose containing cereal starch granule and cereal waxy starch granule by staining with 25% KI/10% I<sub>2</sub>. The phenomena of ghost may suggest the role of amylose in stability of starch granule. In order to know the clear role of amylose and relationship between amylose and amylopectin in starch granule, it would be useful to examine the staining of these various amylose containing rice strains with 25% KI/10% I<sub>2</sub> solution. Then, the relationship between amylose contents (%) and the rate (%) of the ghost of 39 strains of rice was examined and discussed the role of amylose in starch granule in this chapter. We further discussed the location of amylose in rice starch granule.

Waxy mutants have been identified in cereals such as barley, rice, maize, proso millet, foxtail millet, sorgum and amaranth (Slattery et al., 2000). Recently, amylose-free potato starch was reported (Tatge et al., 1999). Therefore, we stained those waxy starch granules such as barley, rice, maize, proso millet, and foxtail millet with 25% KI/ 10% I<sub>2</sub> solution, and the internal structures of those starch granule were analyzed. When waxy wheat, barley, rice, maize, proso millet and foxtail millet starch were stained with the solution, all waxy starch granules changed to ghost-like.

However, it is unknown whether other kinds of waxy starch in KI/I<sub>2</sub> solution also change from a granular structure to a ghost-like form, and whether they have the same two structures, that is, a central part and surrounding part, in each granule.

## 2. Rice starch samples

We used 39 rice strains (waxy strains, low amylose containing strains, and non-waxy strains) in this experiment. Samples were collected from an experimental fields of Natl. Inst. Crop Sci., Japan, in 2000, and stored at 4°C until use. The harvested seeds were dehulled and polished with a experimental grain polisher (Pearlest, Kett. Co., Tokyo, Japan).

### 2.1 Amylose content in rice starch samples

The amylose contents of each strain was analyzed by a modification of the iodine colorimetric method. The rice grains were crushed and homogenized in Konajiman KJ-1 Solar (Seriko Co., Ltd., Kyarto, Japan). A sample of each strain (20mg) was suspended in 0.1mL of 95% ethanol and 0.9mL of 1 M NaOH and the mixture heated in a boiling water bath for 10 min. After cooling, 5mL of water was added, the sample was homogenized for 35s in a Polytron (Kinnematica, Nucerne, Switzerland) and solution was made to volume (10mL) with water. An aliquot (1mL) was taken, mixed with 0.2mL 1 M aqueous acetic acid and 0.2mL 2% KI/ 0.2% I<sub>2</sub> solution, and the solution was subsequently made to volume (10mL) with water. After incubation at 27°C for 20min, the amylose content was determined by colorimetric assay at 620nm (Shimadsu UV-120, Kyoto, Japan), using potato amylose (Sigma, Type III, St. Paul, Mo) and waxy rice starch mixtures as standard.

### 2.2 Ghosts of rice starch granules

A seed was cut into halves on a slide glass and the center of the seed was scraped by a razor to collect a starch sample. A starch granules/water suspension was made so that 50-100 starch granules could be seen in one drop under the microscope. Light microscopy (Olympus BX 50-34-DIC, Olympus, Tokyo, Japan) of the starch granules and their ghosts was performed by staining the samples with 25% KI/10% I<sub>2</sub> solution.

### 2.3 Determination of the relative ghost area (ghost %) in each strain

To obtain the relative ghost area (ghost %) in a starch, the apparent areas of 10 granules, stained and unstained, and randomly selected, were measured by weighing excised photographs of the granules. The relative ghost area (%) in the starch was calculated as follows:

$$\text{Relative ghost area (ghost \%)} = \frac{\text{area (cm}^2\text{) of a stained starch granules}}{\text{areas (cm}^2\text{) of an unstained starch granule}} \times 100 (\%)$$

### 2.4 Determination of the proportion of the red-brown central region of ghosts

The area of the red-brown central region and the area of the ghosts (10 starch granules each) were determined, and the proportion (%) of the red-brown central region in the ghosts was calculated as follows: Proportion of red-brown central region=area (cm<sup>2</sup>) of red-brown central region/area (cm<sup>2</sup>) of the ghost × 100

Apparent areas of the red-brown central region and the ghosts were measured by weighing the photographs of the granules.

## 3. Ghost-like of rice starch granules by concentrated KI/I<sub>2</sub> solution

The amylose levels in the 39 strains of rice starch ranged from 0% to 35% (Table I), whereas the relative ghost areas (ghost %) ranged from 75-800% (Table. I).

Table I  
Amylose Content(%) and Ghost of Rice Starch

Rice	Amylose(%)	Ghost(%)
T65-I	35.3±0.2	144.0±42.4
T65-II	34.2±0.5	129.5±41.7
T65-III	32.0±0.4	134.1±53.6
T65-IV	32.0±0.5	156.5±40.3
T65-V	31.8±0.3	153.5±33.2
T65-VI	31.1±0.5	74.5±12.0
T65-VII	30.6±0.6	118.0±11.3
T65-VIII	27.6±0.7	116.5±23.3
T65-IX	22.7±0.2	127.0±28.3
T65-X	20.6±0.6	118.0±18.4
T65-X I	20.1±0.4	149.0±11.3
T65-X II	11.5±0.1	284.5±44.6
T65-X III	9.4±0.3	241.0±49.5
T65-X IV	3.3±0.3	269.0±63.6
T65-X V	2.4±0.0	491.5±68.6
T65-X VI	0.0±0.0	792.5±188.8
Takanari-I	21.9±0.1	156.5±40.3
Takanari-II	16.2±0.3	127.0±33.9
Takanari-III	2.2±0.0	710.0±25.5
Takanari-IV	0.5±0.0	748.0±1.4
Nihonbare-I	19.6±0.2	204.5±132.2
Nihonbare-II	18.3±0.6	117.5±13.4
Nihonbare-III	2.0±0.0	694.5±268.0
Nihonbare-IV	1.5±0.0	544.5±232.6
Koshihikari-I	16.7±0.1	117.0±8.5
Koshihikari-II	16.5±0.0	212.0±76.4
Koshihikari-III	1.7±0.0	337.5±54.5
Koshihikari-IV	1.5±0.0	705.0±157.0
coi-I	2.1±0.1	466.0±130.1
coi-II	1.8±0.3	497.5±106.8
76-3-I	2.1±0.2	563.5±299.1
76-3-II	1.8±0.0	258.5±129.4
Citanduy	29.1±1.6	148.5±47.4
Cisadane	27.2±1.1	99.0±22.6
SiAngkat	26.1±0.4	106.5±12.0
Koshidaru	9.1±0.3	191.0±2.8
Milkyqueen	8.0±0.2	193.5±50.2
Kantoumochi No.172	3.6±0.0	400.5±41.7
Koganemochi	1.6±0.0	465.0±182.4

Values represent average and standard deviation.

The relationship between amylose content (%) and the relative ghost area (ghost %) in the starch samples is shown in Fig. 1-1. The correlation coefficient between amylose content and the relative ghost area (ghost %) was  $r = -0.78$ . As shown in Fig. 2-1, starch containing 35% amylose stained red-brown in the relatively concentrated KI/I<sub>2</sub> solution, those granules failed to swell to a ghost appearance and had almost the same size and the same diameter as the unstained starch granules. In starch with a low amylose content (11.5%), light brown-staining having a ghost appearance was seen around the red-brown central region, and the size of the stained granules with partial ghost appearance was larger than that of the unstained granules (Fig. 2-2). Starch granules that did not contain amylose exhibited almost entirely a ghost appearance, and their relative ghost area (ghost %) was 800% light brown staining (Fig. 2-3).

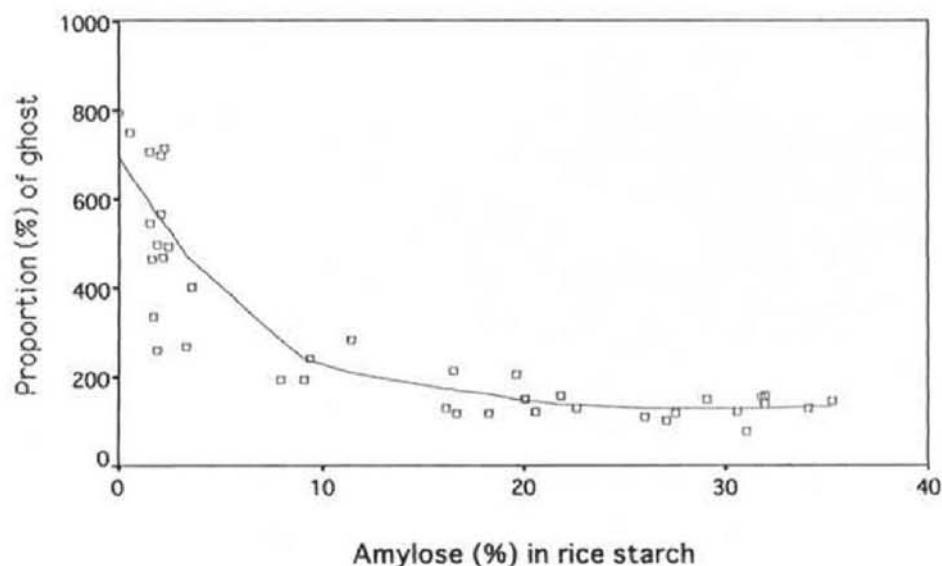
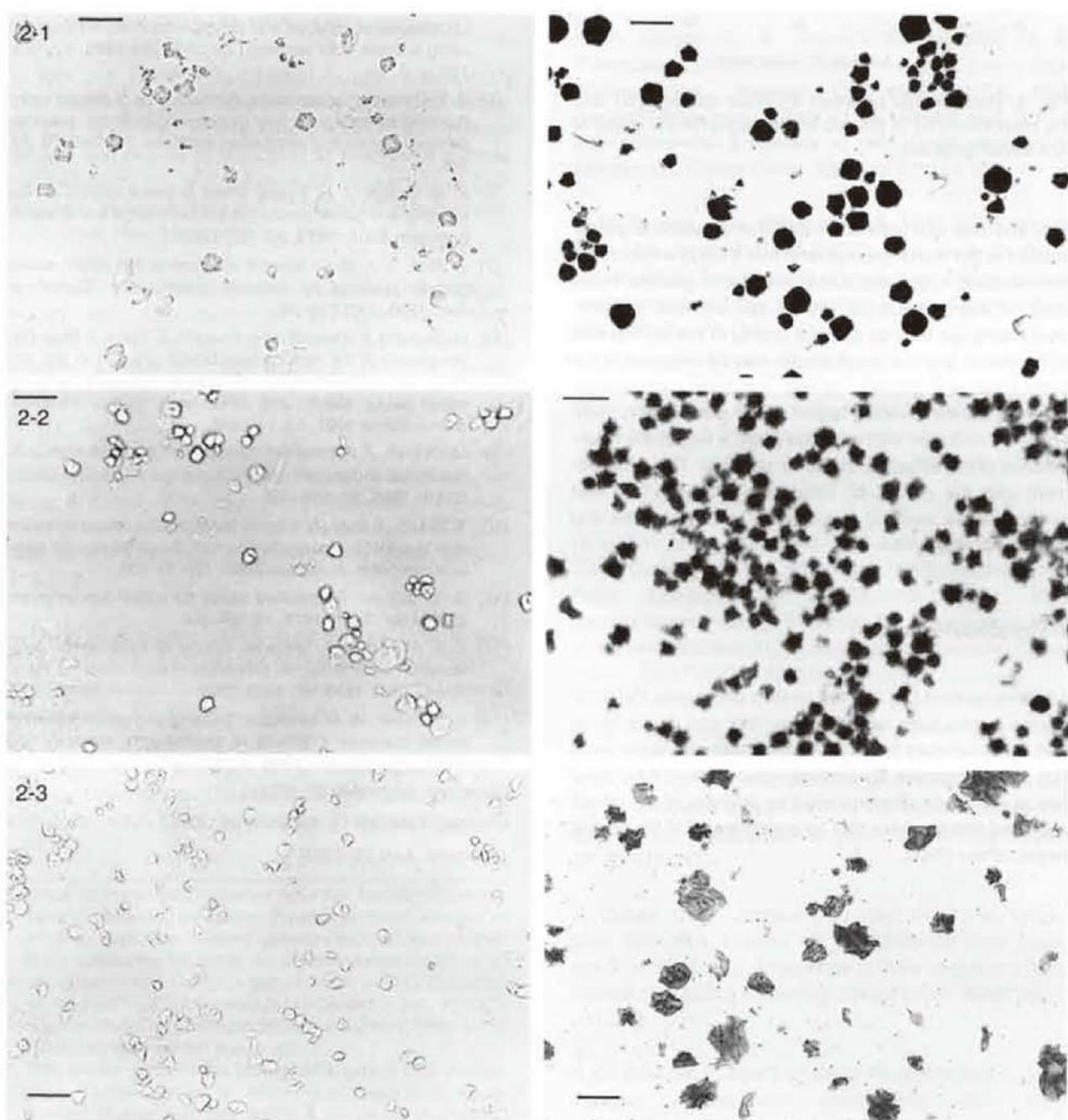


Fig. 1-1 Relationship between amylose content (%) and ghost (%) in rice starch granules.



**Fig. 2.** Rice starch granules with (right) and without (left) 25%KI/10% I<sub>2</sub>. Amylose contents: 35% (Fig. 2-1); 11.5% (Fig. 2-2); and 0 % (Fig. 2-3). Bar indicates 10  $\mu$ m.

The relative ghost area (ghost %) remained rather constant at about 100-200%, when amylose content was 10% or higher (Fig. 1-1). However, when the amylose content was below 10%, the relative ghost area (ghost %) sharply increased with decreasing amylose content. When the amylose content was below 5%, the relative ghost areas (ghost %) increased even more markedly and a 800% increase in the relative ghost area (ghost %) was obtained when the amylose content was zero. This suggests that an amylose content of about 5% is required to maintain the shape of the rice starch granule in the presence of relatively concentrated KI/I<sub>2</sub>. There is a possibility that the lack of swelling of amylose containing rice starch stained with KI/I<sub>2</sub> is caused by the formation of a crystalline amylose-iodine inclusion complex. Sodium iodide at 1.5 M was found to reduce the gelatinization temperature of sago starch from 70 to 50 °C, and to practically eliminate the enthalpy of gelatinization (Ahmad & Williams, 1999). Iodide ion promotes the swelling of starch and through cooperative melting reduces gelatinization temperature and enthalpy. In this work it is estimated that the rice starch is exposed to approximately 0.8-1.5 M iodide ion, which apparently promotes swelling of rice starches with < 5% amylose.

#### 4. Relationship between amylose content and the proportion of the red-brown central region in ghosts

The proportion (%) of the red-brown region in ghosts decreases with decreasing amylose content (Table II).

Table II

Amylose Content(%) of Rice Starch and The Proportion(%) of The Red-Brown Central Region in the Ghost

Rice	Amylose(%)	Red-Brown Region/Ghost(%)
T65-I	35.3±0.2	100.0±0.0
T65-II	34.2±0.5	100.0±0.0
T65-III	32.0±0.4	100.0±0.0
T65-IV	32.0±0.5	93.5±2.1
T65-V	31.8±0.3	100.0±0.0
T65-VI	31.1±0.5	100.0±0.0
T65-VII	30.6±0.6	100.0±0.0
T65-VIII	27.6±0.7	91.0±0.0
T65-IX	22.7±0.2	100.0±0.0
T65-X	20.6±0.6	—
T65-X I	20.1±0.4	89.5±2.1
T65-X II	11.5±0.1	—
T65-X III	9.4±0.3	—
T65-X IV	3.3±0.3	—
T65-X V	2.4±0.0	0.0±0.0
T65-X VI	0.0±0.0	0.0±0.0
Takanari-I	21.9±0.1	77.5±2.1
Takanari-II	16.2±0.3	64.5±2.1
Takanari-III	2.2±0.0	0.0±0.0
Takanari-IV	0.5±0.0	0.0±0.0
Nihonbare-I	19.6±0.2	—
Nihonbare-II	18.3±0.6	69.0±2.8
Nihonbare-III	2.0±0.0	0.0±0.0
Nihonbare-IV	1.5±0.0	0.0±0.0
Koshihikari-I	16.7±0.1	73.5±2.1
Koshihikari-II	16.5±0.0	71.5±0.7
Koshihikari-III	1.7±0.0	0.0±0.0
Koshihikari-IV	1.5±0.0	0.0±0.0
coi-I	2.1±0.1	—
coi-II	1.8±0.3	25.0±4.2
76-3-I	2.1±0.2	—
76-3-II	1.8±0.0	—
Citanduy	29.1±1.6	75.0±0.0
Cisadane	27.2±1.1	—
SiAngkat	26.1±0.4	—
Koshidaru	9.1±0.3	52.0±7.1
Milkyqueen	8.0±0.2	50.5±2.1
Kantoumochi No.172	3.6±0.0	0.0±0.0
Koganemochi	1.6±0.0	0.0±0.0

Values represent average and standard deviation.

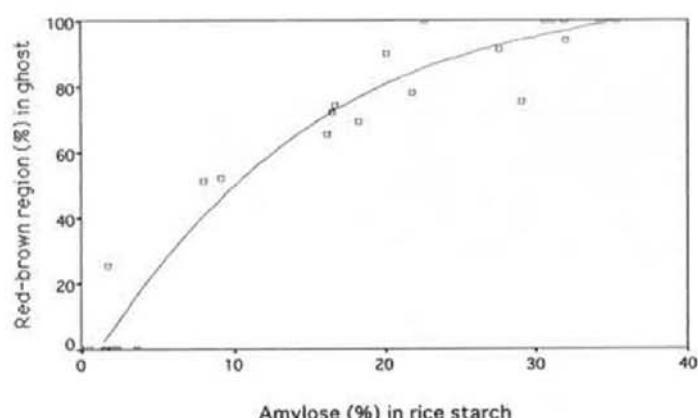


Fig. 1-2 Relationship between amylose content (%) and the proportion (%) of the red-brown central region in the ghost of rice starch granules.

Fig. 2-2 demonstrates that the location of the red-brown region is limited to the center of stained starch granules, and that the proportion (%) of this area in ghosts decreases with decreasing amylose content (Table II and Fig. 1-2), indicating that the area of the red-brown central region is related to the amylose content ( $r = 0.95$ ) under conditions used in this study. This, in turn, suggests that amylose may be concentrated in the red-brown region of stained starch.

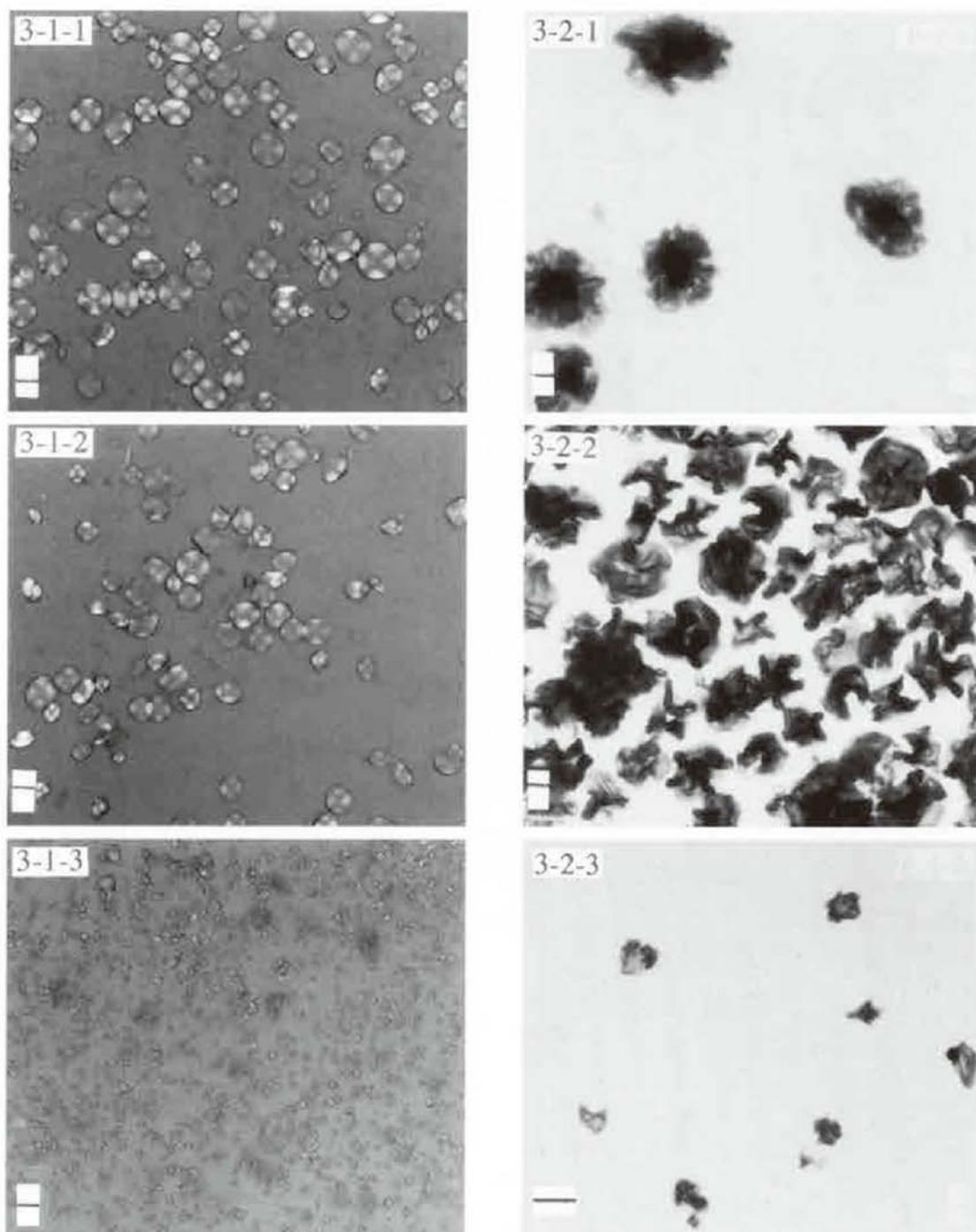
Fig. 2-1 shows the red-brown color throughout the non-waxy rice starch treated with the relatively concentrated KI/I<sub>2</sub> and was interpreted to mean that amylose is evenly located in the starch granule and that it plays a role in the maintenance of the structure of the starch granule. However, in starch granules with a low amylose content, where amylose may be present mostly in the central part of the starch granule, amylopectin may be released in the outer zone of a granule, so that the color turns to light brown in the surrounding region of the granule (Fig. 2-3). Thus we conclude that amylose plays a role in the maintenance of the structure of starch granules. This is agreement with the results of Tester & Morrison, (1990) that starch granule swelling is promoted by amylopectin and prohibited by amylose.

#### 5.1 Other waxy starch samples

Waxy wheat starch samples were stained red-brown using KI/I<sub>2</sub> solution. Subsequently, the concentration of the KI/I<sub>2</sub> solution was increased to  $> 2.5\%$  KI and 1.0% I<sub>2</sub>. Then the appearance of the waxy wheat starch granules quickly became ghost-like. The internal structure of the ghost could be observed (Seguchi et al., 2000). Waxy wheat starch, and waxy barley starch were prepared from waxy wheat flour (K107 WX 1) (Seguchi et al., 2000) and waxy barley flour (Daishimochi), respectively by the acetic acid (pH 3.5) fractionation technique (Solars, 1958). Waxy barley flour (Daishimochi) was donated from Shikoku National Agr. Res. Inst. Japan. Waxy rice, maize, and proso millet starch, and waxy foxtail millet grain were donated from Nippon Starch Chemical Co., Ltd. Osaka Japan.

## 5.2 Staining of other starch granule with 25% KI / 10% I<sub>2</sub> solution and microscopic observation of the starch granules

Waxy wheat, barley, rice, maize, proso millet, and foxtail millet starch granule showed birefringence respectively (Figs. 3-1-1, 3-1-2, 3-1-3, 4-1-1, 4-1-2 and 4-1-3), and waxy wheat, barley, rice, maize, proso millet, and foxtail millet starch granules were also changed to a ghost-like appearance in a solution of 25% (w/v) KI / 10% (w/v) I<sub>2</sub> (Figs. 3-2-1, 3-2-2, 3-2-3, 4-2-1, 4-2-2 and 4-2-3).



**Fig. 3.** Microphotographs of waxy wheat, barley and rice starch granules in water (3-1-1, 3-1-2 and 3-1-3), and ghost-like granules of waxy wheat, barley and rice starch in a solution of 1.5 M KI and 0.4 M I<sub>2</sub> (3-2-1, 3-2-2 and 3-2-3), respectively. Bar indicates 20 μm.

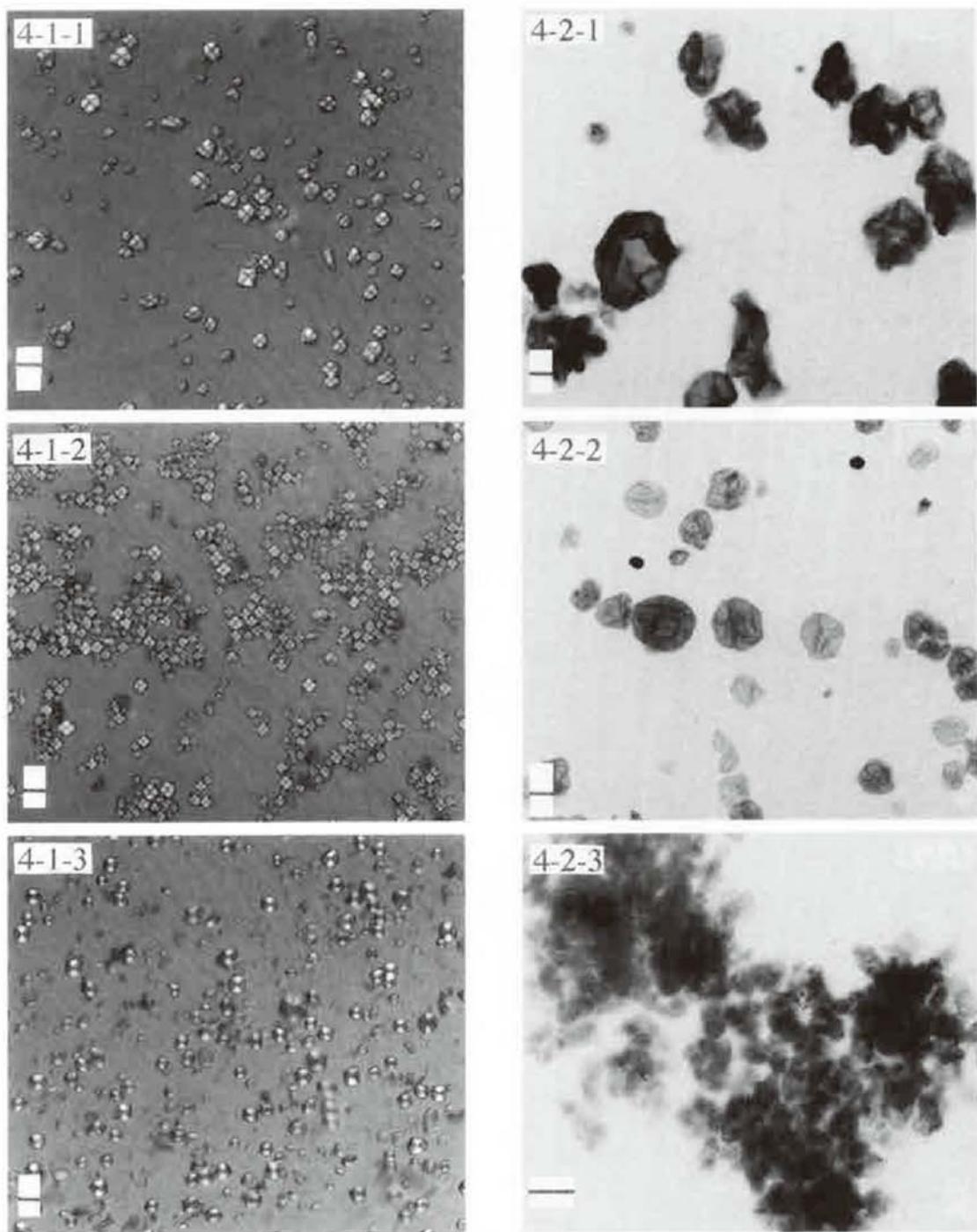


Fig. 4. Microphotographs of waxy maize, proso millet and foxtail millet starch granules in water (4-1-1, 4-1-2 and 4-1-3), and ghost-like forms of waxy maize, proso millet and foxtail millet starch granules in a solution of 1.5 M KI and 0.4 M I<sub>2</sub> (4-2-1, 4-2-2 and 4-2-3), respectively. Bar indicates 20 μm.

The findings about the waxy wheat starch granule (Fig. 3-2-1) have already been reported by Seguchi et al. (2000). However, the ghost-like granules of waxy barley starch did not show two domains such as those of waxy wheat starch, but showed a simple curled thin membrane, and the curled thin membrane which is on top of a second membrane showed a deep color (Fig. 3-2-2). The granules of waxy rice starch were changed to ghost-like in the same KI/I<sub>2</sub> solution (Fig. 3-2-3), and the slightly deeper color was due to thin membrane layers. Thus, it was supposed that the ghost-like granule of rice starch was similar to that of barley starch. Waxy maize starch also showed ghost-like granules in the same KI/I<sub>2</sub> solution (Fig. 4-2-1), and the size of the ghost-like granule was around four times larger than that of the native maize starch granules, and the increase in size was larger than that in either waxy wheat or barley starch. Waxy maize starch also had a single structure of ghost-like granule, similar to waxy barley starch. Although the size of the native waxy proso millet starch granule was small (Fig. 4-2-2), the increase

in the size from the native starch granule to a ghost-like one was rather larger (five times). The ghost-like granules of foxtail millet starch also showed a single simple structure (Fig. 4-2-3). Results of those observations indicate that the ghost-like granules of waxy barley, rice, maize, proso millet and foxtail millet starch granule have a single structure. Thus, only the waxy wheat starch granule has a unique double internal structure, that is, a red-brown center and a slightly pinkish surrounding part (Fig. 5-1, 2, and 3).

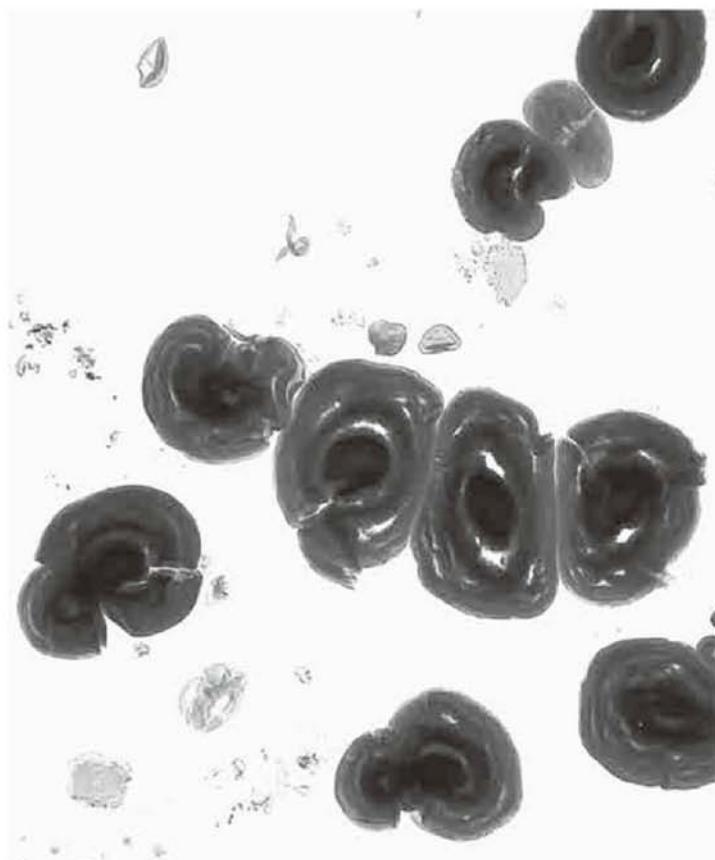


Fig. 5-1 Photomicrograph of the ghost of waxy wheat starch granules.



Fig. 5-2 Photomicrograph observation of a slight ghosted waxy wheat starch granules. Scale 20 micrometer.



Fig. 5-3 Photomicrograph observation (SEM) of a slight ghosted waxy wheat starch granules. Scale 20 micrometer.

When waxy wheat, barley, rice, maize, proso millet and foxtail millet starch granules were stained with the solution, all waxy starch granules changed to ghost-like.

## 6. Conclusions

**6.1** Amylose content (%) and the relative ghost area (%) in 39 strains of rice were negatively related, and it was found that 5% of amylose is required to maintain the structure of rice starch granules in relatively concentrated KI/I<sub>2</sub> solution at 25 °C. As demonstrated by staining of the ghost, we found that amylose may be concentrated in the central region of the ghost.

**6.2** Waxy wheat, barley, rice, maize, proso millet, and foxtail millet starch were suspended in 25% KI/10% I<sub>2</sub> solution, and all waxy starch granules quickly changed to ghost-like structures. Those ghost-like structures were compared in each other. Waxy wheat starch showed two different internal structures, that is, a central part and surrounding part as reported previously (Seguchi et al., 2000). However, the other waxy starches showed a simple structure similar to a sack or balloon.

### 7. References

- Ahmad, F. B., & Williams, F. A. (1999). Effects of salts on the gelatinization and rheological properties of sago starch. *J. Agric. Food Chem.*, **47**, 3359-3366.
- Atkin, N. J., Cheng, S. L., Abeysekera, R. M., & Robards, A.W. (1999). Localisation of amylose and amylopectin in starch granules using enzyme-gold labeling. *Starch/Stärke*, **51**, 163-172.
- Gerlsma, S. Y. (1970). Gelatinisation temperatures of starch, as influenced by polyhydric and monohydric alcohols, phenols, carboxylic acids and some other additives. *Starch/Stärke*, **22**, 3-9.
- Gough, B. M., & Pybus, J. N. (1973). Effect of metal cations on the swelling and gelatinization behaviour of large wheat starch granules. *Starch/Stärke*, **25**, 123-130.
- Jane, J., & Shen, J. J. (1993). Internal structure of the potato starch granule revealed by chemical gelatinization. *Carbohydr. Res.*, **247**, 279-290.
- Obanni, M., & BeMiller, J. N. (1995). Identification of starch from various maize endosperm mutants via ghost structures. *Cereal Chem.*, **72**, 436-442.
- Seguchi, M., Hosomi, K., Yamauchi, H., Yasui, T., & Imai, T. (2001). Development of the waxy wheat starch granule in the endosperm, and difference of internal structure between wheat waxy starch and other waxy cereal starches. *Starch/Stärke*, **53**, 140-146.
- Seguchi, M., Yasui, T., Hosomi, K., & Imai, T. (2000). Study of internal structure of waxy wheat starch granules by KI/I<sub>2</sub> solution. *Cereal Chem.*, **77**, 339-342.
- Seguchi, M., Hayashi, M., Suzuki, Y., Sano, Y., & Hirano, H. (2003). Role of amylose in the maintenance of the configuration of rice starch granules. *Starch/Stärke*, **55**, 524-528.
- Slattery, C. J., Kavakli, I. H., & Okita, T. W. (2000). Engineering starch for increased quantity and quality. *Trends in Plant Sciences* **5**, 291-298.
- Sollars W. F. (1958). Fractionation and reconstitution procedures for cake flours. *Cereal Chem.* **35**, 85-99.
- Tatge, H., Marshall, J., Martin, C., Edwards, E. A., & Smith, A. M. (1999). Evidence that amylose synthesis occurs within the matrix of the starch granule in potato tubers. *Plant Cell Environment*, **22**, 543-550.
- Tester, R. F., & Morrison, W. R. (1990). Swelling and gelatinization of cereal starches. I. Effects of amylopectin, amylose, and lipids. *Cereal Chem.* **67**, 551-557.
- Whistler, R. L., & Bemiller J. N. (1997). Carbohydrate chemistry for food scientists, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN..

# 暑熱負荷中の前腕発汗量を増大させる 手から還流する静脈血

平田 耕造、永坂 鉄夫\*、紫藤 治\*\*

神戸女子大学、金城大学\*、島根大学\*\*

Venous blood returning from the hand enhance forearm sweat rate during thermal load

Kozo HIRATA, Tetsuo NAGASAKA\*, Osamu SHIDO\*\*

*Laboratory of Environmental Physiology, Faculty of Home Economics,  
Kobe Women's University, 2-1, Aoyama, Higashi-suma, Suma, Kobe 654-8585*

*\*Kinjo University, 1200, Kasama, Hakusan, Ishikawa 924-8511*

*\*\*Shimane University, 89-1, Enya, Izumo, Shimane 693-8501*

## Abstract

The aim of this study was to investigate to what extent venous blood flow from the hand affects evaporative (E) and non-evaporative (R+C) heat losses from the forearm during exercise. At an ambient temperature of 23 °C, five subjects, having rested for 30 min in a reclining chair positioned behind a cycle ergometer exercised at a heart rate of about 120 bpm for 30 min and then rested for 5 min. Blood flow to and venous flow from the hand were occluded at the wrist for 30 min with a sphygmomanometric cuff (5 cm width) at a pressure of 250 mmHg during exercise. Blood circulation in the control hand was not disturbed. During exercise and after hand vasodilation, forearm skin temperature increased by 3.1°C on the control side but remained at rest value on the occluded side, with an increased esophageal temperature averaging 0.82 °C. Forearm sweat rate, as measured by the ventilation method increased on both sides at rest, during and after exercise. Sweat rate at end of exercise on the control side was 0.21 mg · cm⁻² · min⁻¹ significantly higher than on the occluded side (0.13 mg · cm⁻² · min⁻¹). These results clearly show contributes to the increase in forearm sweat rate and skin temperature after hand vasodilation (mainly through arteriovenous anastomoses) during thermal load induced by exercise.

Key words: - Local sweat rate - Superficial venous blood flow - Skin temperature

## Introduction

Increase in heat loss from a local skin surface depends on rising skin blood flow and sweat rate at a given skin area in constant temperature environments. Extremities are very important avenues for heat dissipation from the body core. There are abundant arteriovenous anastomoses (AVAs) in the skin of distal parts of the extremities, such as fingers and toes (Clara 1956; Sherman 1963). As AVA vasodilation causes a great increase in blood flow and heat loss from the extremities, warm superficial venous blood returning from distal parts of the extremities may significantly influence changes in local skin temperature at more proximal parts of the extremities. Moreover, it has been established that local skin temperature determines local sweat rate at a given internal and mean skin temperatures (Bullard et al 1970; Nadel et al 1971). In the forearm, therefore, evaporative and non-evaporative heat loss is primarily influenced by the superficial venous blood returning from the hand after hand vasodilation.

The present study was to examine to what extent venous blood returning from the hand affects evaporative (E) and non-evaporative heat losses (R+C) from the forearm during thermal load induced by exercise.

### Methods

#### Subjects

The study involved five healthy male volunteers, average age  $39.4 \pm 4.6$  years. Their mean physical characteristics were: height  $167.6 \pm 1.4$  cm, weight  $66.4 \pm 2.5$  kg. Each subject was informed of the purpose and procedures of the study before his consent was obtained.

#### Measurements

Skin temperature (Tsk) was measured with thermistors placed on both forearms and hands. Esophageal temperature (Tes) date were recorded every 30 seconds by a personal computer through a data logger (K923, Takara Thermistor Instruments CO. Ltd., Yokohama) with an A/D converter. Heart rate (HR) was measured from ECG output, which was sampled every second and computed to 30 second averages by a personal computer through a heart rate counter (AT 600G, Nihon Kohden, Tokyo), a DC amplifier (SA15U, TEAC, Tokyo), and an A/D converter. Local sweat rate were measured on both medial forearm areas 10 cm above the wrist. Forearm sweat rates were continuously recorded by the ventilation method (Takagi et al, 1966) using a capacitance hygrometer (Takara-Vaisala) and a  $1.8 \text{ cm}^2$  capsule highly ventilated with dry air taken from a pressurized air tank at a constant flow ( $0.5 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ).

#### Procedures

Few days before the test, the relationship between HR and work load had been determined using a bicycle ergometer (Monark) with each subject exercising in a semi-supine posture in a reclining chair. From this data the work load for each subject was set at a HR of 120 bpm during leg exercise. Familiarized with all test procedures, the subjects reported to the laboratory at the same time in the morning after an overnight fast. For the experiment they wore bathing suits. Subjects were fitted with a Tes probe, ECG electrodes were placed on the chest skin and with collodion at the same location on the mid-medial forearm. Each subject then entered a climatic chamber (TBL-6-s, Tabai MFG Co. Ltd., Osaka, Japan) at  $23.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$  dry bulb temperature and  $13.0 \pm 0.5^\circ\text{C}$  wet bulb temperature. To cool the forearm test-area and to get a thermal stability quickly, without hypothermia, the subjects immersed both arms in  $23.0^\circ\text{C}$  water bath. After a 12-min immersion, all traces of water on the skin were wiped off with towels and the subjects then rested quickly in a semi-supine posture. All Tsk thermistor sensors were fitted on the skin at the four sites. The wrist occlusion cuff, 5cm in width, was placed on one or the other wrist. Baseline data were obtained during the last 5min of the 30-min rest period, then subject exercised on a bicycle ergometer at a HR of 120 bpm in a semi-supine posture for 30min, followed by a 5 min recovery period after the exercise.

Each subject was tested under two conditions. Initially, as a first test to measure forearm sweat response, neither wrist was occluded. Forearm skin areas then, fixed to measure sweating responses for the subsequent test in the separate day. In the second test, one wrist was occluded stop the hand arterial and venous blood flow, throughout the 30-min exercise, by inflating a wrist cuff at 250 mm Hg, by manually activating solenoid valves connected to a pressurized air tank. Three subjects, randomly chosen, had their wrists occluded on the left side and the other two subjects had their right wrists occluded.

Evaporative heat loss on both forearms was estimated from changes in local sweat rate using latent heat of evaporation at  $2.43 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ . Non-evaporative heat loss from the forearm was estimated by multiplying the difference between forearm skin temperature by the combined R+C heat transfer coefficient of  $8.6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot {}^\circ\text{C}^{-1}$  at rest in still air (Nadel, 1979).

Statistical analysis was carried out by a one-way analysis of variance (ANOVA) and a paired t-test. Mean values are given with their standard errors ( $\pm \text{SE}$ ).

### Results

Mean HR and Tes were  $61.2 \pm 2.0$  bpm and  $36.74 \pm 0.11$  °C at rest. Mean HR and Tes increased and 61.2 bpm and 0.82 °C during the 30-min bicycle exercise and decreased 47.5 bpm and 0.34°C during the first 5 min of recovery. Those were  $122.4 \pm 5.0$  bpm and  $37.56 \pm 0.13$  °C at the end of exercise, and  $74.9 \pm 3.6$  bpm and  $37.22 \pm 0.14$  °C at the end of the trial, respectively.

On the control side (Fig.1), hand Tsk increased sharply from  $21.8 \pm 0.6$  °C at 10 min to  $33.3 \pm 0.7$  °C at 30 min during exercise, with a lesser increase in forearm Tsk ( $26.1 \pm 0.4$  °C at 15 min to  $29.2 \pm 1.1$  °C at 30 min). On the occluded side, exercise did not change hand and forearm Tsk. During recovery after wrist occlusion, rising forearm Tsk followed the increase in hand Tsk, as had been observed in the control side.

Forearm sweat rate (Fig.2) increased during exercise, then gradually decreased during recovery. At the end of the exercise period sweat rate reached  $0.21 \pm 0.03$  mg · cm<sup>-2</sup> · min<sup>-1</sup> on the control side but was significantly lower ( $0.13 \pm 0.02$  mg · cm<sup>-2</sup> · min<sup>-1</sup>) on the occluded side.

Forearm sweat rate (Fig.3) increased with the rise in Tes during exercise. Maximum forearm sweat rates and forearm skin temperature were significantly lower in wrist occlusion. The mean Tes threshold of onset of forearm sweating was 0.06 °C higher in the occluded side than in the control side but it was not statistically significant. On the control side, forearm sweat rate increased with the rise in forearm skin temperature (Fig.4), it increased without any changes in Tsk on the occluded side. Forearm sweat rate was higher on the control side than on the occluded side at any given Tes. The influence of forearm Tsk on sweat rate was greater at 29 °C than at 27 °C and 28°C.

As shown in Fig.5, the mean heat loss from both control and occluded forearms at the end of exercise was calculated from the results of Figs 1 and 2. E on the control forearm was higher ( $87 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ , +64%) than with occlusion ( $53 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ ) as did R+C, ( $53 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ , +96% vs  $27 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ ). Total heat loss (E+R+C) values were respectively  $140 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  (+75%) on the control and  $80 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  on the occluded forearms.

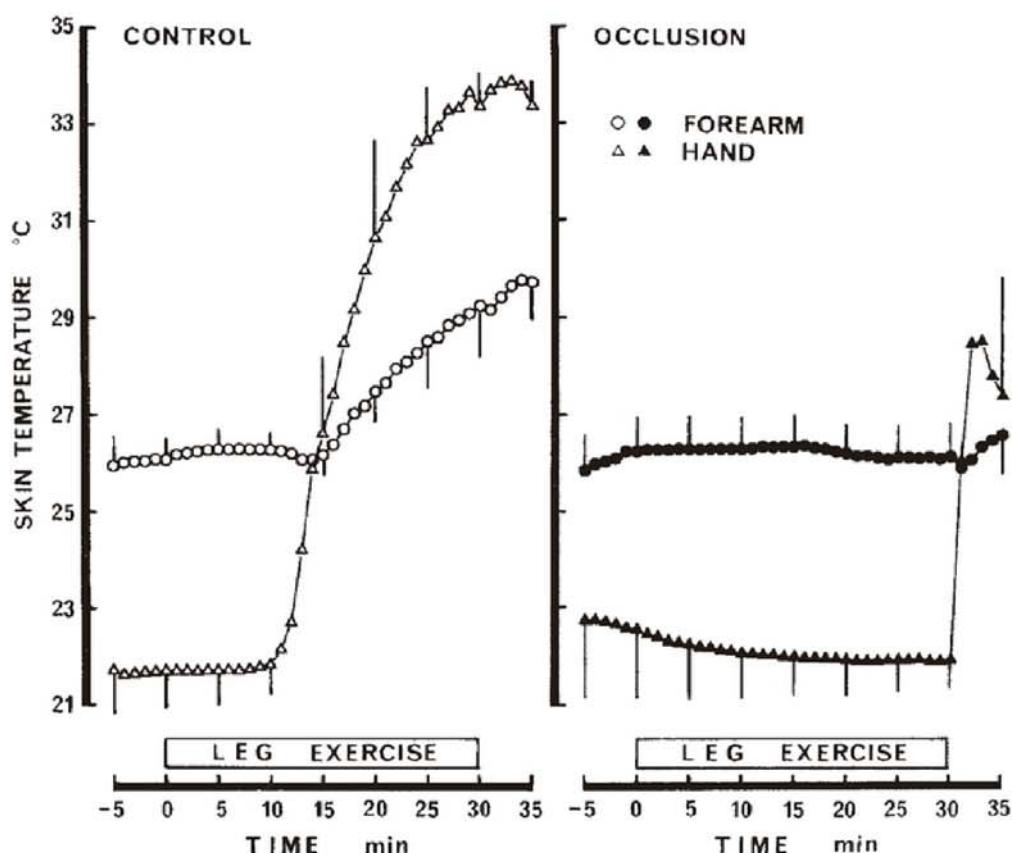


Fig. 1

Changes in skin temperature of hand and forearm on control (left) and wrist occluded sides (right) at rest, during and after leg exercise. Values are means  $\pm$  SE.

Forearm sweat rate and hand's AVA flow

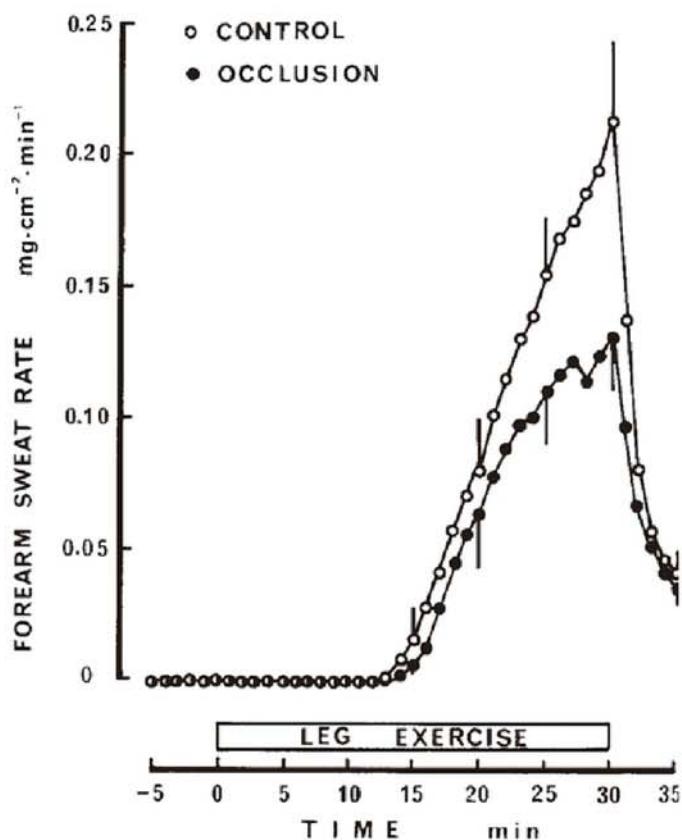


Fig. 2

Responses of forearm sweat rate on the control (○) and wrist occluded sides (●) at rest, during and after leg exercise. Values are means  $\pm$  SE.

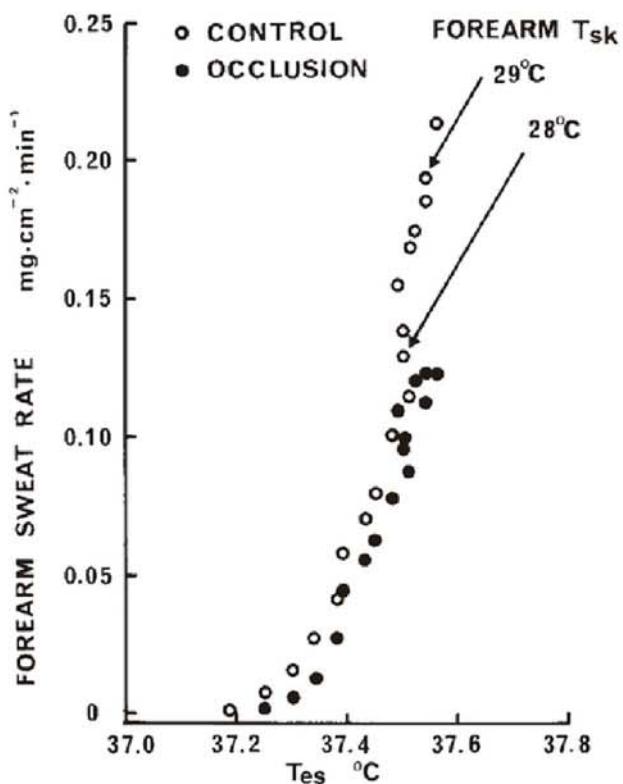


Fig. 3

Relationship between forearm sweat rates on both control (○) and wrist occluded sides (●), and esophageal temperature (Tes) during exercise. Values are means. Forearm skin temperatures (Tsk) in the wrist occluded side are kept at approximately 26 °C while that on the control side markedly increased from 26 °C to 29 °C during exercise as shown in Fig. 2. Forearm Tsk on the control side at the two points are indicated by arrows.

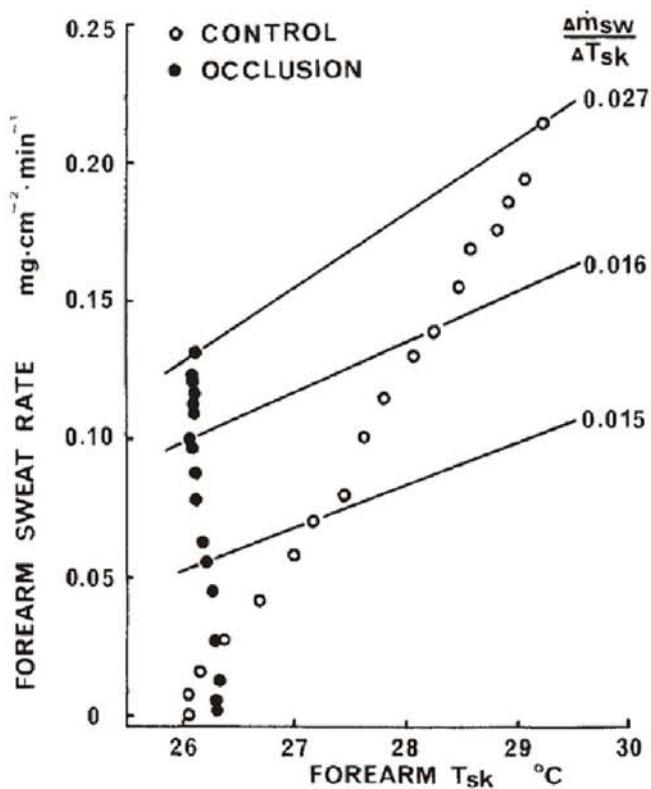


Fig. 4

Relationship between forearm sweat rate on both control (○) and wrist occluded side (●), and forearm skin temperatures during exercise. Values are means. The slope of each line indicates increase in forearm sweat rate ( $\Delta \dot{m}_{sw}$ ) to increasing forearm skin temperature ( $\Delta T_{sk}$ ) per degree at a given esophageal temperature during exercise. Top line:  $0.027 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$  at  $T_{sk}$  of  $29.21^\circ\text{C}$ , Middle line:  $0.016 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$  at  $T_{sk}$  of  $28.06^\circ\text{C}$ , Bottom line:  $0.015 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$  at  $T_{sk}$  of  $27.16^\circ\text{C}$ .

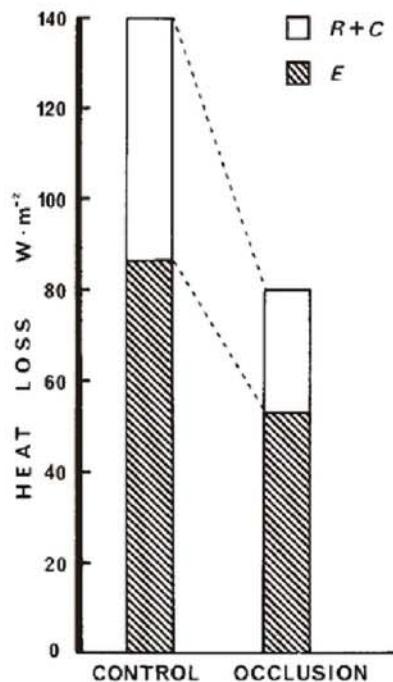


Fig. 5

Comparison of evaporative (E) and non- evaporative heat loss (R + C) from the forearm on both the control (left bar), and wrist occluded sides (right bar) at the end of exercise.

### Discussion

This study was designed to determine to what extent venous blood flow returning from the hand affects heat loss from the forearm during an exercise-induced thermal load. Both evaporative and non-evaporative heat losses from the forearm were significantly affected by the venous return from the hand after hand vasodilation.

AVAs being abundant in the finger but absent in the forearm (Clara 1956; Sherman 1963), the vascular structures of the finger are different from those of the forearm. Molyneux and Bryden (1981) have estimated that blood flow rate per unit length would be 10,000 times greater in an AVA than in a capillary, comparing an AVA of 100 $\mu\text{m}$  in diameter with a capillary of 10 $\mu\text{m}$  in diameter. Consequently once open, a tremendous amount of blood passes through the AVA vessels. It has been reported that maximum blood flow in the finger is over 10 times higher than that in the forearm (Nagasaka et al, 1987). Most of the increase in finger blood flow appears to be through AVAs. Evidence for this includes the observation that radioiodide clearance does not increase in proportion to finger tip blood flow, as measured by venous occlusion plethysmography with an increased ambient temperature (Coffman and Cohen, 1971). Their study shows that 78% of finger blood flow passes through A-V shunt vessels.

Because AVAs provide high blood flow towards the extremities, not only does heat loss from the hand result (Hirata et al, 1983) but also a great amount of heat is transferred to the forearm by the still warm returning venous blood as shown in Fig.1. As suggested by the rise in hand skin temperature on the control side, forearm skin temperature increased after hand vasodilation; however, forearm skin temperature on the occluded side did not increase since hand vasodilation was disturbed by wrist occlusion. These results coincide with our previous study (Hirata et al, 1989), which showed that a 1 °C rise of hand skin temperature caused a 0.3 °C increase in forearm skin temperature after hand vasodilation without increasing forearm skin blood flow during post-exercise recovery.

According to Aschoff and Wever (1959), the degree of pre-cooling of the arterial blood is reduced when AVAs are open. Rübsamen and Hales (1984) examined the role of difference microcirculatory compartments, capillaries, and AVAs during heat transfer across the hindleg skin of sheep in a thermoneutral environment. Using radioactive microspheres, they measured a wide range of blood flow through capillaries and AVAs, simultaneously recording heat loss from the skin using a calorimeter in the form of a network of water-perfused thin tubes. They estimated that the efficiency of maximum heat loss was 0.4 W · m<sup>-1</sup> of capillary blood flow and 0.08 W · m<sup>-1</sup> of AVA blood flow, which suggests that heat transfer is greatly influenced by different vascular routes. From these results, they have suggested that AVAs act as major determinants of heat exchange, rather than primarily as sites of heat exchange. Effects of wrist occlusion on brachial arterial change have been observed by Levenson et al (1987). Their results show that occlusion decreased velocity and flow of the brachial artery and increased vascular resistance of the brachial circulation. Systemic blood pressure and heart rate were not modified by the wrist occlusion, however. This research did not observe the effect of wrist occlusion on the changes in forearm skin blood flow during thermal load.

To further examine the relationship of the skin blood flow and skin temperature in the forearm, and the effect of wrist occlusion on changes in both parameters, additional tests were performed at Ta of 20 °C. Forearm skin blood flows were monitored by laser Doppler flowmeter (ALF-2100, ADVANCE Co. Ltd., Tokyo, Japan) and forearm skin temperatures were measured sequentially by thin thermistors at rest, during 25-min bicycle exercise, and after a 20-min recovery following exercise. Either wrist was occluded by the wrist cuff at 250 mmHg for 30 min from the 15th min following the onset of exercise to the end of the recovery period. As shown in Fig.6, forearm skin blood flow increased during exercise, then quickly

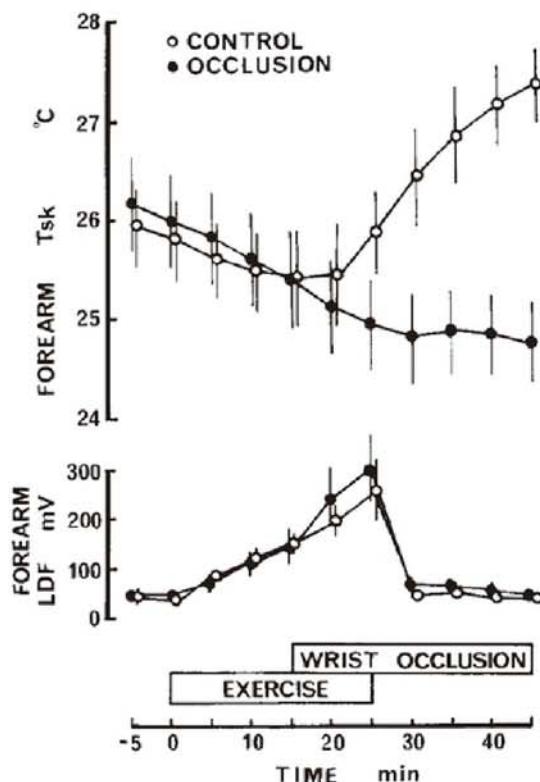


Fig. 6  
Time response in forearm skin temperature (Tsk) and forearm skin blood flow (LDF) measured by laser-Doppler flowmeter on control side (○) and wrist occluded side (●). Values are means  $\pm$  SE.

decreased after exercise.

These increases from about 50 to 300 mV in forearm skin blood flow measured by laser-Doppler flowmeter correspond to the rates of blood flow as measured by venous occlusion plethysmography in our previous study (Nagasaka et al, 1988) from approximately 1 to 5 ml · 100ml<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup>. It has been reported that skin surface blood flow measured by laser-Doppler flowmeter is not influenced by blood flow to underlying skeletal muscle in the forearm (Saumet et al, 1988). Therefore, it is considered that laser-Doppler flowmeter output reflect only the change in skin blood flow. As increases in forearm skin blood flow did not differ between control and occluded sides, we conclude that wrist occlusion does not significantly affect changes in forearm skin blood flow. However, forearm skin temperature did not increase on the occluded side despite a rise in forearm skin blood flow during exercise. On the control side, forearm skin temperature continued to increase due to the warm venous blood returning from the hand as forearm skin blood flow decreased after exercise. These results are in agreement with Fig.1, and also indicate that forearm skin circulation is not modified by wrist occlusion. Local sweat rate in the forearm must be affected by the increase in the forearm skin temperature due to the warm venous blood flow returning from the hand after hand vasodilation. The present results clearly show that local sweat rate on the control side is enhanced by an increased local skin temperature.

In the present investigation, because there was no difference of local sweat rates in each forearm as measured in the control condition without wrist occlusion as shown in Fig.7, we could investigate the effects of local skin temperature on forearm sweat rate as a modifier of the central drives. Forearm skin temperature did not increase on the occluded side in the absence of venous return from the hand, while in the control forearm skin temperature markedly increased due to the venous blood returning from the hand after hand vasodilation (Fig.1). This rising forearm skin temperature increased the local sweat rate, and the effects of local skin temperature on the local sweat rate was proportionately greater at the higher skin temperature, as shown in Fig.4. The effect of local skin temperature has been described as having a peripheral influence which modifies the output from the central controller in the determination of local sweat rate (Nadel et al, 1971). Bullard et al. (1967, 1970) and MacIntyre et al. (1968) have established the importance of the local skin temperature in the determination of local sweating rate and have suggested that its effect is related to the internal temperature drive via some multiplicative mechanisms. They theorize that the local effect occurs outside the central integrator, probably in the vicinity of the sweat glands themselves, as a result of a temperature dependent release of transmitter per neural impulse at the neuroglandular junction (Bullard et al., 1967).

#### Heat loss during exercise

It is reported that hands and arms act as important avenues for vascular heat loss from the central circulation (Aulick et al., 1981). They have directly measured blood temperature in the axillary artery and vein during a one hour treadmill exercise. Blood temperature in the axillary vein decreased and was 2.3 °C to 4.3 °C lower than that of the axillary artery at all levels of exercise. There was an inverse relationship between blood temperature in the axillary vein and finger blood flow as suggested by finger skin temperature. This study is supported by our present investigation which shows hand vasodilation (mainly AVAs) increases, not only heat loss from the hand, but also evaporative and non-evaporative heat losses from the forearm through the superficial venous blood from the hand.

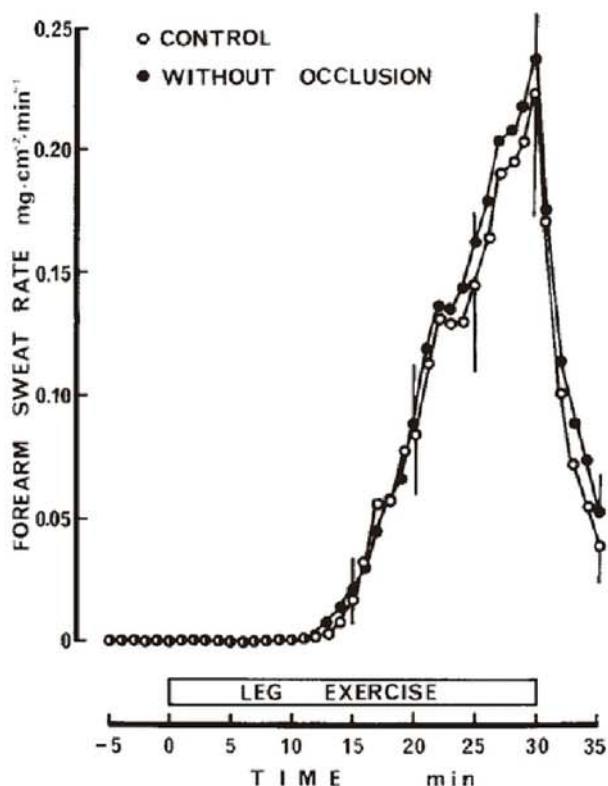


Fig. 7

Response of forearm sweat rate on both control and tested sides without wrist occlusion at rest, during, and after leg exercise. Values are means  $\pm$  SE.

This suggests that heat loss from the upper extremities is largely determined by the change in AVA finger blood flow. Richardson et al (1986) have demonstrated vasoconstrictor tone of AVAs in the finger increase in proportion to exercise intensity but that of capillaries doesn't. We have also shown that heat loss from the hand as measured by direct hand calorimeter, finger blood flow, and finger venous distensibility (strain-gauge plethysmograph) are suppressed in proportion to increasing exercise intensity (Hirata et al., 1983, 1984). Moreover, Bevegård and Shepherd (1966) have demonstrated that capacity vessels constricted with the onset of leg exercise and that the constriction persisted throughout exercise and was proportionate to the exercise intensity. Since cutaneous vasoconstriction decreases the time necessary for heat transfer from venous blood to the skin, it consequently decreases heat loss from the skin (Goetz, 1950). Therefore, even if forearm skin blood flow is not influenced by exercise intensity, evaporative and non-evaporative heat loss from the forearm decrease with the increasing exercise intensity at a given thermal load. As this mechanism is one of the important factors determining heat balance during exercise, the increase in body temperature is proportionate to exercise intensity (Nielsen, 1938). These results coincide with Nakayama et al (1977), who showed that a fall in skin temperature at the onset of exercise is proportionate to work intensity.

In our previous study on lower extremities (1989), results showed that vasodilation in the foot causes an increase in heat loss from the leg as well as from the upper extremities. This suggests that blood flow to the distal end of the extremities (mainly AVA flow) plays an important role for the regulation of heat dissipation from the skin of the whole extremity through the venous return from the distal parts, and consequently affects body temperature.

#### Acknowledgement

The authors thank all the subjects for participating in this study. This study was supported by Grant-in-Aid for Scientific Research from the Ministry of Education, Science and Culture of Japan (Grant No 08670091).

#### References

- Aschoff J, Wever R (1959) Warmestausch mit Hilfe des Kreislaufes. *Deut. Med. Wochschr.* **84**, 1509-1517.
- Aulick LH, Robinson S, Tzankoff SP (1981) Arm and leg intravascular temperature of men during submaximal exercise. *J. Appl. Physiol.* **51**, 1092-1097.
- Bevegård BS, Shepherd JT (1966) Reaction in man of resistance and capacity vessels in forearm and hand to leg exercise. *J. Appl. Physiol.* **21**, 123-132.
- Bullard RW, Banerjee MR, MacIntyre BA (1967) The role of the skin in negative feedback regulation of eccrine sweating. *Intern. J. Biometeorol.* **11**, 93-104.
- Bullard RW, Banerjee MR, Chen F, Elizondo R, MacIntyre BA (1970) Skin temperature and thermoregulatory sweating: a control systems approach. In: *Physiological and Behavioral Temperature Regulation*, edited by Hardy JD, Springfield, Ill, Thomas, Chap 40.
- Clara M (1956) Die arterio-venosen Anastomosen. (2 Aufl.) Springer, Wien, 12-23.
- Coffman JD, Cohen AS (1971) Total and capillary finger tip blood flows in Raynaud's phenomenon. *N. Engl. J. Med.* **285**, 259-263.
- Goetz RH (1950) Effect of change in posture on peripheral circulation, with special reference to skin temperature readings and plethysmogram. *Circulation* **1**, 56-75.
- Hirata K, Nagasaka T, Hirai A, Hirashita M, Takahata T (1983) Peripheral vascular tone during heat load is modified by exercise intensity. *Eur. J. Appl. Physiol.* **51**, 7-15.
- Hirata K, Nagasaka T, Hirai A, Hirashita M, Takahata T (1984) Cutaneous vascular tone during heat load modified by exercise intensity. *J. Therm. Biol.* **9**, 117-120.
- Hirata K, Nagasaka T, Noda Y (1989) Venous return from distal regions affects heat loss from the arms and legs during exercise-induced thermal loads. *Eur. J. Appl. Physiol.* **58**, 865-872.
- Levenson J, Simon A, Pothois-Merli I (1987) Brachial arterial changes in response to wrist occlusion in normotensive and hypertensive men. *Am. J. Physiol.* **253**, H217-H224.
- MacIntyre BA, Bullard RW, Banerjee M, Elizondo R (1968) Mechanism of enhancement of eccrine sweating by localized heating. *J. Appl. Physiol.* **25**, 255-260.

- Molyneux GS, Bryden MM (1981) Comparative aspects of arteriovenous anastomoses. In: Progress in anatomy, edited by Harrison RJ, Holmes RL, Cambridge University Press, 207-227.
- Nadel ER (1979) Temperature regulation. In: Sports Medicine and Physiology, edited by Strauss RH, Philadelphia, W. B. Saunders Company, 130-146.
- Nadel ER, Bullard RW, Stolwijk JA (1971) Importance of skin temperature in the regulation of sweating. *J. Appl. Physiol.* **31**, 80-87.
- Nagasaka T, Hirata K, Nunomura T (1988) Partitional measurements of circulation can be made between capillaries and arteriovenous anastomoses in the human finger. *Jpn. J. Physiol.* **38**, 67-75.
- Nagasaka T, Hirata K, Nunomura T, Cabanac M (1987) The effect of local heating on blood flow in the finger and the forearm skin. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* **65**, 1329-1332.
- Nakayama T, Ohnuki Y, Niwa K (1977) Fall in skin temperature during exercise. *Jpn. J. Physiol.* **27**, 423-437.
- Nielsen M (1938) Die regulation der Körpertemperatur bei Muskelarbeit. *Skand. Arch. Physiol.* **79**, 193-230.
- Richardson D, Schmitz M, Borchers N (1986) Relative effects of static muscle contraction on digital artery and nail fold capillary blood flow velocities. *Microvasc. Res.* **31**, 157-169.
- Rübsamen K, Hales JRS (1984) Role of arteriovenous anastomoses in determining heat transfer across the hindleg skin of sheep. In: Thermal Physiology, edited by Hales JRS, New York, Raven Press, 259-262.
- Saumet JL, Kellogg DL Jr, Taylor WF, Johnson JM (1988) Cutaneous laser-Doppler flowmetry: influence of underlying muscle blood flow. *J. Appl. Physiol.* **65**, 478-481.
- Sherman JL (1963) Normal arteriovenous anastomoses. *Medicine (Baltimore)* **42**, 247-267.
- Takagi K, Ogawa T, Kobayashi M, Satoh T (1966) Observations on sweating rate by continuous recording. In: Human adaptability and its methodology, edited by Yoshimura H, Weiner JS, Japan Society for Promotion of Science, Tokyo, 130-134.

# 米国ニューヨークにおける高層建築物と 景観についての考察

来海 素存

神戸女子大学 家政学部 家政学科

Consideration about a high-rise and the scene in New-York

Motoari KIMACHI

*Faculty of home Economics, Kobe Woman's University*

key words : urban design, skyscraper, urban scene, cityscape

## Abstract

Dutch began to emigrate and planned lattice-shaped city block in current Manhattan from the 1600s in New York that was North American major cities of the United States.

Around 1850, the land has been left in a state of nature where is between Fifth avenue and Eighth avenue and between 59-Chome and 104-Chome, and is called as Central Park.

Central park is a huge urban garden that has been artificially created, has become an indispensable for citizens and tourists now. Manhattan is the island-like land sandwiched between East River and Hudson River, there is a forest architectural groups offers a diverse landscape by a variety perspectives. Based on the survey conducted in approximately 10 days of August and September 2012, I will consider about visibility, design and the relevance of a high-rise buildings and scene of present New York Manhattan.

北アメリカの米国的主要都市であるニューヨークでは、1600年代よりオランダ人が移住し始め、現在のマンハッタンに格子状の街区を計画した。1850年頃には5番街と8番街の間と、59丁目と104丁目の間の土地がセントラルパークとして自然の状態が残された。セントラルパークは人工的に造られた巨大な都市庭園であるが、今や市民や観光客にとってなくてはならない存在となっている。マンハッタンはイーストリバーとハドソンリバーにはさまれた島状の土地であるが、そこに林立する建築群は様々な視点によって多様な景観を提供している。2012年8月から9月の約10日間で実施した調査を基に、現在のニューヨーク・マンハッタンの高層建築物と景観についての関連性、視認性、デザイン性について考察をしていく。

この研究は、都市の建築遺産の活用が重要視されていることも背景としている。最近の報道によると、2月1日にマンハッタン中心部にある米国最大の鉄道駅、グランドセントラル駅がオープンから100年目を迎えた。建設当時とは違い、高層ビルの谷間に埋もれてしまっているが、都心とベッドタウンを結ぶ鉄道として再び重要性が増している。1日当たり580本の列車が出入りし、駅の内装は工芸品の様に細部までこだわりがある。これから1年間、さまざまな記念行事が行われる。

## 諸言

都市の景観は、主要道路や周辺街路、住居等からの視点によって、その見え方に違いが生じてくる。超高層ビルが林立する都市の景観が世界各国で出限しているが、主には建設年代が新しく、無秩序に建てられているものが多い。

都市景観の評価基準も未整備で、都市が形成された歴史と将来性を含めた景観保全が求められており、検証の必要性が高い。

この研究では、特徴あるニューヨークの都市景観を題材として、相違する立地点（視点）における景観の評価法を検証する。手法としては、ニューヨークを中心部のマンハッタンに2012年8月末から9月初めにかけて計8日間滞在中し、東西南北の視点を移動しながら情報収集し、その景観の特異性や美的価値を分析する。

ニューヨーク市は、三方が海に囲まれている為、海運や貿易にも適した位置で、地質が強固で岩盤の上に街区が形成されており、地震が少なく、超高層ビルを建設するには好条件がそろっている。全米から人・物が集まり集積し、市街地は増え発展し、建物はさらに高度化・高層化を進めてきた。

現在、ニューヨーク市の特にマンハッタン地区においては、高さが100m以上の高層建築ビルが300棟近く聳え、その築年数も1900年初頭のものから、最新のビルまで多様である。1930年代に建設されたビルでは、クライスラービル、エンパイアステートビル、ロックフェラーセンター等があり、現代においても魅力的なスカイスクラッパー（超高層ビル）として丁寧に使われ、マンハッタンの美的シンボルともなっている。

まず、マンハッタンの立地特性であるが、イーストリバーとハドソンリバーに挟まれた、長細い先端にあり、ここにひしめき合う様に高密度な街区が形成されている。セントラルパークの北端から、バッテリーパークまでが約11.5km、陸地の幅が約3.5kmと大変

細長いプロポーションとなっている。海拔は、海面から高い所では約60mと、程良い起伏があり、坂を利用した景観処理も可能となっている。また、植樹した当時の開発経緯により、道路計画も当初は無秩序であったが、1900年代より道路が格子状に整然と規則正しく計画されており、この点からも優れた都市計画が行われていることが分かる。

現在、南の23rdSTからセントラルパーク南端の59thSTまでの地域に超高層ビルが集中している。

この考察では、図1の様に、東西南北4つの視点（スタンディングポイント）から、①、②の建物密集地をながめた景観評価及び、最近整備された、ハイライン（廃墟となっていた高架鉄道を空中歩廊化した施設）からの景観について詳細を述べると共に、超高層ビル群が見る場所によってどんな視覚的効果を生んでいるかを検証する。視点Aは陸上であり、視点B、C、Dは海上からの視点となる。陸地から全容を確認できる地点は少ないが、幸いマンハッタン周辺には多くの海路が設定されており、洋上の良好な位置から建築群を確認することが出来る（図1）。

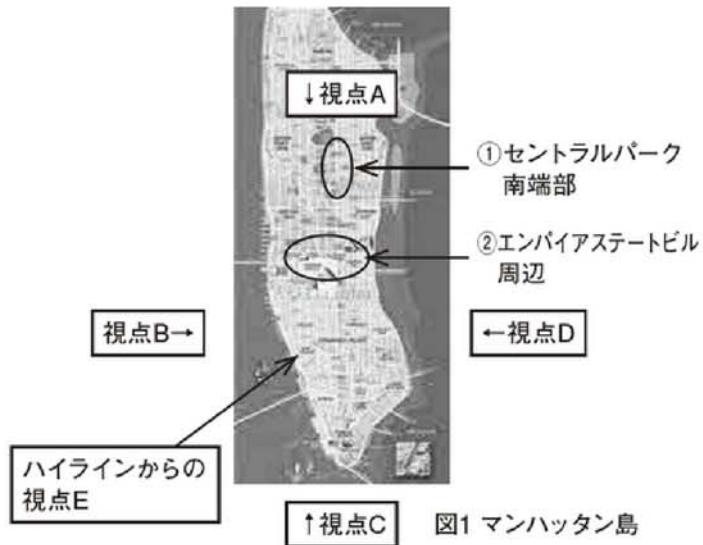


図1 マンハッタン島

まず陸地のA方向であるが、約4km×1kmの広大な面積を誇るセントラルパークから眺める建築群は、大木を主体とした豊富な緑を足元に天に伸び、非常に美しく見える。高さを誇る建物は少ないが、長い歴史を持った風格のある建物が多い。セントラルパー

ク南端から南方向を望むと、Time Warner Center、Jumeirah Essex House、The Ritz-Carlton / NEW YORK Central Park、Helmsley Park Lowe、THE Plaza等が望める。これらの建物の特徴は、北側に拡がるセントラルパークの全貌を売り物にするホテルが多くを占めている事である。また築年数が古いものが多い（図2）。



図2 視点Aからの景観(右にEssex House)

これらの中でもJumeirah Essex Houseは1931年の開業で、建物頂部に大きなホテルのサインを乗せている。内外装は、当時流行していたアールデコ様式を随所に施し、その豪華さにおいては、ニューヨークを代表するホテルとして人気を博した。また、このホテルの所有者には、日本航空も一時的に名があがるが、現在はアラブ首長国連邦の高級ホテルグループであるジュメイラ・インターナショナルが所有している。セントラルパークの南東の角からは、老舗ホテルのThe Plazaを望むことが出来る。The Plazaも歴史のあるホテルである。階数的には高さの主張がないが、風格のあるファサードは、2面が公道に面し、セントラルパークと対峙するその美しさは、建設当初から衰えていない。この視点Aからの景観は、マンハッタンの古き良き時代を彷彿とさせる、やさしい感じのスカイラインが魅力である。

次にハドソン川からの視点Bについて考察する。現在、マンハッタン西岸42ndSTの観光船ターミナルから、マンハッタンを河川、海を利用して周遊する便が設定されている。今回、この便を利用して船上よりマンハッタンを西→南→東の視点からとらえることとした。西側が視点B、南側が視点C、東側が視点Dである。視点Bから始めると、ハドソン川にほぼ直角の34thSTの位置に381mのエンパイアステートビルを

中心としたミッドタウンウエスト地区が望める。このミッドタウンウエスト地区には、他にロックフェラーセンター、クライスラービルなどの有名なビル群が密集し、バッテリーパークを中心とするロウアーマンハッタンと共にマンハッタンで一番超高層ビルの多い地区である。

ミッドタウン地区とロウアーマンハッタンの間には、北からチャ尔斯・グリニッジビレッジ、トライベッカの各地区が存在し、中・高層のビルや低層の倉庫、集合住宅が中心となっている。対岸にはニュージャージー州のホーボーケンやエッジウォーター、フォートリーなどの街があり、摩天楼を望む高級住宅地としての人気も高い。また、この地区からマンハッタンの夜景を眺めるツアーも組まれている。ハドソンリバーを挟んでの景観は広い河幅を利点に、広範囲のビル群の明りや航行する船舶を、眼中に收めることができる。

船は南下し、ロウアーマンハッタンに近づく。ここからが視点Cとなる。西からワールド・ファイナンシャル・センターのビル群、建設中のフリーダムタワー（541m）を中心とするビル群、ウォールストリートのビル群の主に3つの固まりで構成されている。手前に中高層、背部に超高層の順にほぼ並んでおり、超高層ビル群の集積はミッドタウンほど見られない。

日系人、ミノルヤマサキ設計のワールドトレードセンターは、この地区的シンボル的なビルであったが、同時多発テロにより崩壊した。現在は、2014年竣工を目指し、建替工事（フリーダムタワーとして）が進んでいる。前ビルと同様にロウアーマンハッタンの最



図3 視点Cからの景観(左にworld trade center)

高層のシンボルとして親しまれるであろう。他にはワールド・ファイナンシャル・センターのオフィスビルや多くのコンドミニアムが河沿いに林立する。これらのビルの特徴は、頂部が円型の丸味を帯びたペントハウスを持っており、それらが連なって、やや優しいファサードを形成している（図3）。

この地区では、河沿いの遊歩道や公園等居住空間としての整備も行われており、付近の埠頭からは、自由の女神のあるリバティー島への船便が出ている。この地区はオランダ人が最初に入植した地域で、街路は規則正しくなく、一部放射状に形成されており、低層の建物も多い。

視点Cの特徴は、三角形の先端から見ているので、海上に浮かぶ船の上にビルが乗っている様な景観を鑑賞できるところである。かつてのワールドトレードセンタービルの2棟の繊細なファサードがフリーダムタワーに変わり、都市景観が、常に変化し発展するという事例を見ることができる。また、ニューヨークは天然の良港でもあったので、河口沿いに多くのピア（桟橋）があり、このピアを活用した再開発事例も多い。ピア11やサウス・ストリート・シーポートはその代表例で、市民や観光客が親水性の高いこれらの施設を有効に活用している。高層ビル部と水際の低層建物の対比も、特徴があり、ヨットハーバーに並ぶ大小の船舶を眺めながら散策や周遊を楽しむ憩いの空間がここにはある。

海洋に親しみのある日本人にとってもこれらの臨海部の光景は感動することが多い。経済の中心地という立場と、水辺の自然との適度な融和が我々の感性に訴えてくる。バッテリーパークを廻りイーストリバーに入ると、ウォールストリートの東側のブロックが見えてくる。こちらも超高層ビル群が林立し、金融の街の迫力を感じる。コンドミニアムは西側のバッテリーパークシティーとは対照に、方形の築年数の経った建物が多い。都市の景観はまた、住居の国籍、民種によっても異なってくる。ビジネス街と住

宅街、商業地と公共用地という用途でも街並みは変わってくる。人間の営みが建物や街区や活気などに影響し、年数・時代の経過によっても変化する。

都市計画・建築、インテリアのそれぞれの分野においてそれを横断的に分析し、そのデータを今後の街づくりに生かすことが重要である。ニューヨークは多民族が狭小な市内に集い合う街であるので、研究には大変好材料である。

視点Dにおいては、イーストリバー上より西方向にマンハッタンのビル群を眺める。マンハッタンの東半分は南からロウアーマンハッタン、チャイナタウン、ロウアー・イースト・サイド、イースト・ビレッジ、グラマシー、ミッドタウン・イースト、アップパー・イースト・サイド、イースト・ハーレムへと区分される。

イーストリバーの景観の特徴は、ブルックリンブリッジやマンハッタンブリッジ、ウエイラムズバーグブリッジが架かり、対岸のブルックリンとマンハッタンを結ぶという立体的な空間である。大型船舶の航行が可能な様に柱脚は高く、ダイナミックなフォルムを水面に写している。この視点から見られる著名な建築物は、南から、サウス・ストリート・シーポート、23rdST～34thST間の病院建築群、エンパイアステートビル（34thST）、クライスラービル（42ndST）、国連本部、シティグループ・センターなどで、特にクライスラービル、エンパイアステートビルは、角錐の尖塔を持っているので、一際目立つて見える。この2本の尖塔は、この地区的ランドマークとなっており、自分の立地点や方位を求めるには非常に役立つ存在である。マンハッタンの街区の様々な角度から望むことができる。

1930年代初期に建てられた2本のスカイスクラッパーが、はるか80年後においても堂々とマンハッタンのシンボルとして存在することは、いかに当時の技術力や経済力が充実していたかを物語っている。この視点Dにおいては、ミッドタウン・イーストとロウアー・マンハッタンの2地区にスカイスクラッパーが

集中し、中間部のグラマシー、イーストビレッジ、ロウアー・イーストサイドの地区に中高層の建築群が見られる。

視点Aと比較すると、国連ビルやクライスラービルが川岸より近距離に位置する分、高いビル群が迫つて見える。夜景においても視点Dの方が規模が大きく、迫力がある。また、鉄橋とビル群との組み合わされた構造美と景観の対比も魅力的である。

最後の視点Eであるが、ここは1920年代に新設され、1950年代に使用が廃止された高架貨物鉄道上が視点である。位置は、南端がgansevoort ST、北端がW.33thであり、現在2014年春の完成を目指して庭園化工事が延伸中である。この高架鉄道の陸上からの高さは9mでビルの3階の高さにあたる。この庭園は通称：ハイライン (THE HIGH LINE) と呼ばれ、今やニューヨークの新名所となっている。今まで地上、ビル屋上、船上からの視点が主であったが、これに高架が加わった。全長は約1マイル (1.6 km) あり、ウエストサイド線の支線で、マンハッタンのロワー・ウエストサイドまでで運行されていた高架貨物線跡を空中緑道として整備した。この緑道は、12丁目からひとつ南のブロックで、ミートパッキング地区にあるガズヴォードストリートから30丁目へ進み、切尔西地区を通ってジャヴィッツ・コンベンション・センター近くにあるウエストサイド・カードに至る。暫定オープンは2009年6月で、マンハッタンでも特に注目される開発プロジェクトである。この緑地には、遊歩道が整備され、100種以上の低木や草が豊富に植えられている。また、多くのベンチの設置や住時の線路もオブジェとして残されている。遊歩道からは、ハドソン川、倉庫街やギャラリーを見下ろせ、今まで経験できなかった景観を楽しむことができる。高い視点を利用して、近接する建物群の頭越しにエンパイアステートビルを眺めたり、交差点を往来する車や歩行者を見下ろすこともできる。遊歩道上の豊富な植栽、レトロな建物はマンハッタンの景観

の多様性の証である。実際、スケッチや写真撮影を行う観光客や市民が多い。歩車道分離も完全であるし、陽当りも良く、健康的で、何度も来ても飽きないような不思議な魅力を持っている。今後、北端が先に伸びれば、さらに利用者が増えるであろう（図4）。



図4 視点Eからの景観  
(中央右寄りにエンパイアステートビル)

### まとめ

今回の現地調査において、ニューヨーク・マンハッタンという、世界的な観光地であり、経済・行政の核心地区における都市景観の特徴を整理できた。地図上では分からず、東西南北に視点を置いて地区を遠望するという設定において、スカイスクランパーを中心とするビル群がどういう表情でどのように視野に入って来るのかというシミュレーションを試みた。1930年代に建設されたエンパイアステートビルとクライスラービルが、どの視点からも確認できることも収穫であった。

今後は建物の新旧や高さ・形状をデータ化し、視点と建物を主体とした景観との関連を研究する予定である。

# 平成24年度 神戸女子大学 家政学部 生活科学研究会 講演要旨

第1回 平成24年12月20日（木）

横浜国立大学 工学研究院 日本学術振興会 特別研究員 (PD)

宮 本 ひとみ 先生

「水酸化ナトリウム水溶液から再生したセルロースの新しい食材領域を目指した研究  
～再生セルロースの構造形成メカニズム～」

# 水酸化ナトリウム水溶液から再生したセルロースの 新しい食材領域を目指した研究 ～再生セルロースの構造形成メカニズム～

宮本ひとみ

横浜国立大学 工学研究院 日本学術振興会 特別研究員 (PD)

Cellulose shaped bodies regenerated from aqueous sodium hydroxide solution as new food materials  
– Structural formation mechanism of regenerated cellulose –

Hitomi MIYAMOTO

Graduate school of engineering, Yokohama National University  
Research fellow of the Japan Society for the Promotion of Science (PD)

## 1. はじめに

近年、水酸化ナトリウムを溶媒とするセルロースの新しい溶解法が確立された<sup>1-2)</sup>。これは、溶解過程で水酸化ナトリウムと水だけしか使用しないため、低コストで環境にもやさしい溶解方法である。この方法は、元々は衣料繊維やセロファンフィルム代替を目指した検討であり、現行の二硫化炭素の排出や銅アンモニアの使用など環境負荷を減らす目的で多くの研究がなされてきた<sup>3-4)</sup>。一方、水酸化ナトリウムは食品のプロセッシングに使用してもよい薬品のため、この方法で得られるセルロース成型体は、世界で初めて法律的に認められた可食性セルロース成型体といえる。微結晶セルロースやセルロース誘導体を食品へ添加する展開は現在まで行われているが、セルロースを完全に溶解し、成型体として食品展開することは行われていない。すなわち、この溶解法の確立により、初めてセルロース成型体として食品分野へ展開することが可能となった。そこで、この溶解法を用いた再生セルロース成型体の食品展開を目指した検討を開始した。しかし、実際に食品として展開するにはセルロース単独では食感的に問題があった。この問題を解決するために、まずは溶液から再生するセルロースの構造形成メカニズムを明らかとし、最終構造体を制御する必要があると考えた。我々はコンピュータシミュレーションを用いて、溶液から再生するセルロースの構造形成メカニズムを検

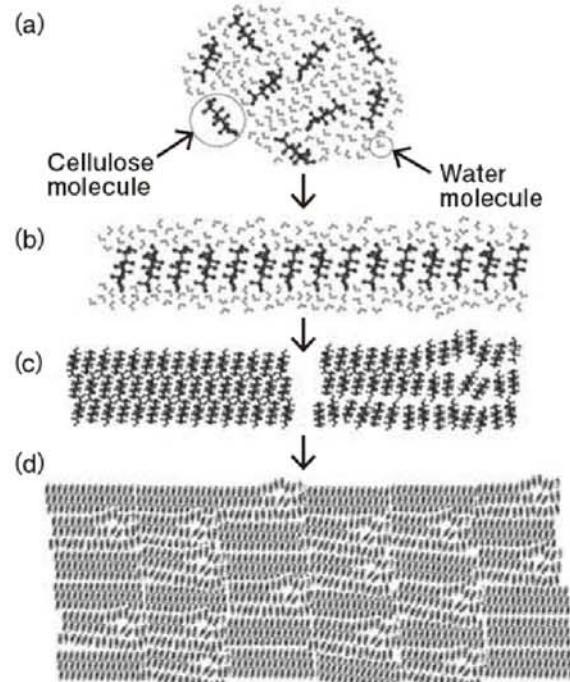


Figure 1  
Schematic model for the structural formation of regenerated cellulose in a water environment.

討している。そのメカニズムは以下のようなものと考えている (Figure 1)<sup>5)</sup>。(a) . 水系溶媒中にセルロースが溶解。(b) . 疎水性の相互作用でグルコースリングが集合しセルロース分子シートを形成。(c) . 分子シートが水素結合などで積層し、結晶を含む薄膜状構造体を形成。(d) . 薄膜構造体が拡散、衝突を繰り返し、最終構造を形成するというものである。

## 2. セルロース分子シート構造

水中ではどのような分子シート構造が安定であるかを明らかするために、分子動力学 (MD) 法を用いて検討を行った。シミュレーション後の構造は、スタートの分子シートモデル (Figure 2a and 2c) が異なっても、最終的にはグルコースリングの傾き、主鎖・側鎖のコンフォメーション、分子内・分子間水素結合のすべての観点でほぼ等しい構造に収束することを確認した (Figure 2b and 2d)。すなわち、我々はセルロース溶液からの初期構造はFigure 2bや2dのようなファンデルワールス力によりピラノースリングが集合した分子シート構造であることを提案している。

一方、シンクロトロン放射光測定では、凝固のごく初期にグルコースリングの積層間隔に相当する4.4 Åの位置にピークが確認できる<sup>6)</sup>。これはFigure 1bの分子シート構造の形成を意味し、実験的な観点からもセルロース分子シート構造が裏付けられた。また、Hermans<sup>7)</sup> や林治助ら<sup>8)</sup> はFigure 1bのような構造を、sheet-like structures や plane lattice structures と名付け、再生セルロースの最も基本的な構造特性としている。このように溶液から再生するセルロースの構造形成初期はファンデルワールス力などの疎水性の相互作用により集合した分子シート構造が有力である。

## 3. セルロース分子シート構造が及ぼす最終構造体への影響

セルロース/アミロース複合体はセルロースの結晶性の低下がわずかに観察された<sup>9)</sup>。また、シミュレーションを行うと、アミロース存在時はセルロース分子シートが乱れることがわかった。一方で $\alpha$ -D-グルコースとセルロースを複合させた場合では、実験的に結晶性の低下は観察されず、シミュレーションにおいても分子シート構造には影響を及ぼさなかった。これらの結果は、分子シートの安定性が最終構造体の結晶性に影響を及ぼすことを意味している。

さらに、トルエンのような誘電率の低い凝固浴中で再生したセルロースは結晶性が低いことが報告されている<sup>10)</sup>。ベンゼン環境中ではあるが、分子シートの安定性をシミュレートすると、Figure 1bのような分子シート構造は観察できず、極めて乱れたシート構造を観察した<sup>5)</sup>。このことからも、構造形成初期に形成される分子シート構造は最終構造に関連することが明らかとなった。

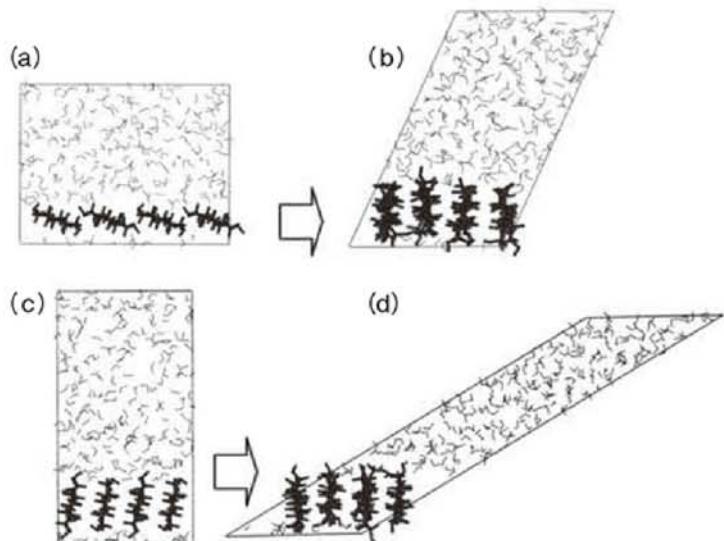


Figure 2  
Changes in cellulose molecular sheets in water environment. The original sheets (a) and (c) are sliced off along the (110) and (11-10) plane of cellulose II, and has four cellobetaotetraoses in each. (a) and (c), start model; (b) and (d), after simulation. The molecules in these models were drawn with a black stick for cellulose and with ash-gray line for water.

#### 4. セルロースの溶解

このような構造形成を誘起する溶解状態を明らかとするため、水酸化ナトリウム水溶液中でのセロビオースのシミュレーションを試みた。密度分布より、ナトリウムイオンがセロビオース周りの特定位置に存在確率が高く、最も特徴的な部分は、263Kでは還元性末端側のO<sub>2</sub>とO<sub>3</sub>の間にナトリウムイオンの密度が高い部分が存在するのに対し、300Kではパルク密度とほぼ等しいことである。つまり、O<sub>2</sub>とO<sub>3</sub>の間にナトリウムイオンが接近し、水酸基をブロックすることで、セルロースは水に溶解するのであろう。

#### 謝辞

本研究の一部は独立行政法人日本学術振興会の科学研究費(特別研究員奨励費)の助成を得たものである。

#### 引用文献

- 1) Yamashiki, T. et al. (1990). *Brit. Polym. J.*, **22**, 73.
- 2) Kamide, K. et al. (1987). *U. S. Patent*, **4**, 634, 470.
- 3) Yamane, C. et al. (1996). *Polymer J.*, **28**, 12, 1039.
- 4) Okajima, K. et al. (1997). *Cell. Commun.* **4**, 1, 7.
- 5) Miyamoto, H. et al. (2009). *Carbohydr. Res.*, **344**, 1085.
- 6) Isobe, N. et al. (2012). *Carbohydr. Polym.*, **89**, 1298.
- 7) Hermans, H. P. (1949). *J. Polym. Sci.* **4**, 145.
- 8) Hayashi, J. et al. (1974). *Nippon Kagaku Kaishi*, **5**, 948.
- 9) Miyamoto, H. et al. (2011). *Carbohydr. Res.*, **346**, 807.
- 10) Yamane, C., et al. (2006). *Polym. J.* **38**, 819.

神戸女子大学大学院家政学研究科

博士論文 要旨

平成 24 年度 食物栄養学専攻  
生活造形学専攻



# 環境温・湿度変化から見た吸湿性の異なる肌着着用時の温熱生理反応と衣服気候に関する研究

石井与子

## 【背景・目的】

吸湿性の異なる衣服着用が収着熱発生による温熱生理反応や衣服気候に及ぼす影響を比較している研究は、吸湿性の違いが小さいものや、高湿条件下で行われているものは少ない。さらに不感蒸散から発汗へと変化する過程の詳細な検討は行われておらず、発汗レベルの違いが吸湿性に伴う収着熱によって生じる影響については十分な議論がなされていない。

そこで本研究では、吸湿性の異なる肌着着用が発汗開始前後の温熱生理反応と衣服気候に及ぼす影響を被験者実験により明らかにすること、および高湿環境による修飾作用も明らかにすること、加えて吸湿性の異なる肌着着用が発汗開始後の温熱生理反応に及ぼす発汗レベルの影響を被験者実験と文献による比較検討から明らかにすることを目的とした。

## 【方法】

7名の被験者がそれぞれ衣服2種類、環境湿度2種類を組み合わせ、計4条件の実験を行った。被験者は吸湿率の2%異なる肌着 [ポリエステル (P)、キュプラ／ポリエステル (C)] を着用し座位安静を保った。環境条件は、温度を240分間で26°～20°～35°Cへと変化させた。相対湿度 (RH) は50%と70%の2条件とし、気流は0.2 m·sec<sup>-1</sup>一定とした。この間の温熱生理反応と衣服気候の測定を行った。

## 【結果】

50%RHの平均皮膚温 ( $\bar{T}_{sk}$ ) は発汗開始前の不感蒸散期ではCがPよりも有意に低値を示して有意に「やや涼しい」側を、発汗開始後ではCの方が高値を示して有意に「暑い」側を申告した ( $p<0.05$ )。皮膚血流量 (SkBF) と平均衣服内温度 ( $\bar{T}_{mc}$ ) においても発汗開始前はCがPよりも有意に低値を、開始後はCの方が有意に高値を示した ( $p<0.05$ )。したがって、発汗開始前ではCの高い吸湿性により皮膚からの気化促進が、開始後ではそれを上回る肌着からの高い収着熱が  $\bar{T}_{sk}$ 、SkBFおよび  $\bar{T}_{mc}$ に影響したことが示された。70%RHでは50%RHと同様に発汗開始前はCの  $\bar{T}_{sk}$  と  $\bar{T}_{mc}$  は有意に低値を示したが ( $p<0.05$ )、開始後は50%RHと同様の変化は観察されなかった。これらの結果から、発汗開始前では吸湿性影響の素材差は50%RHと70%RHのいずれにおいても観察され、開始後の収着熱影響の素材差は50%RHでは観察されたが70%RHでは観察されないことが判明した。

本研究と選択基準を満たした他の8つの研究の比較検討から吸湿性の高い衣服着用に伴う  $\bar{T}_{sk}$  上昇を示した研究の発汗レベルは、総発汗量では0.12～0.15 mg·cm<sup>-2</sup>·min<sup>-1</sup>、前腕発汗量では0.07～0.13 mg·cm<sup>-2</sup>·min<sup>-1</sup>の範囲であった。したがって吸湿に伴う収着熱発生による  $\bar{T}_{sk}$  の上昇効果は、ある範囲の発汗レベルに限定されることが示された。

## 【結論】

以上の研究結果から次のことが判明した。吸湿性の2%高い肌着着用が温熱生理反応と衣服気候に及ぼす収着熱影響は、低湿環境では認められたが高湿環境では認められなかった。また吸湿性の高い衣服着用が発汗開始後の温熱生理反応を増大させる効果は、発汗レベルが比較的少量である場合に示されることが明らかになった。したがって環境湿度と発汗レベルは、吸湿性の異なる肌着着用時の温熱生理反応と衣服気候に影響を及ぼす重要な因子であることが判明した。

## 【発表論文】

- 1) 石井与子, 中島(上地)歩美, 平田耕造 (2009) : 吸湿性の異なる肌着着用時における発汗開始前後の温熱生理反応. 日本生気象学会雑誌, 46: 3-11.
- 2) 石井与子, 平田耕造 (2010) : 環境湿度の違いが吸湿性の異なる肌着着用時における発汗開始前後の温熱生理反応に及ぼす影響. 日本生気象学会雑誌, 47: 35-44.
- 3) 石井与子, 平田耕造 (2010) : 吸湿率の2%異なる肌着着用が発汗開始後の衣服気候に及ぼす影響—環境湿度50%と70%の場合—. 纖維製品消費科学, 51: 635-644.
- 4) 石井与子, 平田耕造 (2010) : 吸湿性の高い肌着着用時の平均皮膚温変化に及ぼす発汗レベルの影響. 纖維製品消費科学, 51: 346-353.

# Application of Cellulose Granules as Food Materials in Bread-Making, and Its New Health-Promoting Functions (製パンへのセルロース粒の利用と新しい機能導入の可能性)

博士後期課程（食物栄養学専攻） 田 原 彩

## 【背景・目的】

$\beta$ -1,4結合のセルロースは体内で消化吸収されず、低カロリー食品材料として、あるいは食物繊維源として食品に用いられることが期待される。しかし、単にセルロースを小麦粉にブレンドしても、好ましい製パン性（パン高（mm）、比容積（cm<sup>3</sup>/g））を得ることはできず、好ましい製パン性を得るためにには、セルロースの形状、サイズと製パン性との関係を検討することが必要であると考えられた。さらに、このセルロースに機能性を与え体内で有効利用できないかと考えた。例えば、セルロース入りのパンを摂取したとき、セルロースが消化管を通過しながら体内の有害物質を吸着し、そのまま体外へ排出する可能性である。セルロースにこのような機能を与えることができるならば、食物繊維源や低カロリー食品材料と同時に人の健康を守る食品材料として、セルロースの利用は大きく広がるであろう。

そこで、セルロースを製パンに利用し、健康に役立つような機能を見い出すことを目的に以下の検討を行った。それは、1) 様々なセルロース粒の形状、サイズと製パン性との関係、2) 炭化セルロース粒の調製とそのカラム法を用いた食用タール色素の吸着、3) 体に悪影響を及ぼすとされるキサンテン系色素（Erythrosine, Phloxine, Rose bengal）の吸着メカニズム、4) 炭化セルロース粒による製パン性の可能性、5) 粪便中と同じpH6.0～7.0でのキサンテン系色素の炭化セルロース粒への吸着、である。

## 【方法】

- 1) 粒子サイズの異なるセルロース粒（粒径6-650μm）を小麦粉に10、20%ブレンドして製パン試験を行い、パン高、重量、比容積等からパンを評価する。ミキソグラフ、光学顕微鏡観察、ファーモグラフからバンドウの物性やグルテンマトリックスの評価を行う。
- 2) セルロース粒を250°C、0~120分間炭化処理する。炭化セルロース粒表面はSEM (Scanning electron microscope)、FT-IR (Fourier transform infra red)、ESCA (Electron spectroscopy for chemical analysis)により解析する。カラム法により炭化セルロース粒への12種類の食用タール色素の吸着試験を行う。色素吸着はSEM-EPMA (Scanning electron microscopy-electron probe micro analysis) で確認する。
- 3) 炭化セルロース粒へのキサンテン系色素の吸着メカニズムは、イオン性 (NaOH, NaCl, KOH, KCl, and sodium dodecyl sulfate (SDS))、非イオン性 (glucose, sucrose, and ethanol)、両親媒性 (SFAE = Sucrose fatty acid ester) 物質の各水溶液に炭化セルロース粒を浸漬後、キサンテン系色素の吸着試験から検討する。
- 4) 炭化セルロース粒の製パン試験は方法1) 同様に行う。クラスト、クラム中の炭化セルロース粒へのキサンテ

ン系色素吸着は、SEM-EPMAで確認する。

5) pHの異なる溶液中での色素吸着を測定する。

## 【結果】

- 1) 粒径 $154\mu\text{m}$ 以上のセルロース粒を小麦粉に10%ブレンドしたパンは、小麦粉のみのパン同様の好ましい製パン性を示した。このとき、パンドウ中のグルテンマトリックスに連続性がみられたが、粒径 $154\mu\text{m}$ 以下ではみられなかった。また、ファーモグラフの結果から粒径 $154\mu\text{m}$ 以下ではガス漏洩量が大きかった。これらのことから、好ましい製パン性を得るために小麦粉にブレンドするセルロースはその粒径が $154\mu\text{m}$ 以上必要であることがわかった。
- 2) カラム法より、 $250^\circ\text{C}$ 、120分間処理をした炭化セルロース粒表面に3種類のキサンテン系色素 (Erythrosine, Rose bengal, Phloxine) の吸着が認められた。ESCAから炭化セルロース粒表面にアミノ基の存在が確認されたことから、この吸着には色素中の陰イオンとの間にイオン性結合が、さらに炭化セルロース粒にSFAEの脂肪酸部位が吸着することから色素中のハロゲン元素との間に疎水性相互作用の関与が推察された。
- 3) 炭化した場合でも粒径 $270\mu\text{m}$ 以上のセルロース粒は、小麦粉のみのパン同様の好ましい製パン性を与えた。クラスト、クラム中の炭化セルロース粒の色素吸着試験、SEM-EPMA観察から、パン組織中でもキサンテン系色素の吸着が示唆され、さらに健康な人の糞便と同程度のpHである約6.6で本色素の吸着が確認された。

## 【結論】

セルロースを粒子状にし、これを炭化することで好ましい製パン性を有する食物繊維の多い、カロリーの低いパンの製造ができること、同時に人の健康に影響を及ぼす食用タール色素の除去という健康保持に貢献する機能をもつパン製造のできる可能性が見い出された。

## 参考文献

- 1) M. Seguchi, A. Tabara, I. Fukawa, H. Ono, C. Kumashiro, Y. Yoshino, C. Kusunose, and C. Yamane, Effects of size of cellulose granules on dough rheology, microscopy, and breadmaking properties, *Journal of Food Science*, **72**, 79-84 (2007).
- 2) A. Tabara, C. Yamane, M. Abe, and M. Seguchi, Adsorption of xanthene food dyes to cellulose granules *Cellulose*, **18**, 45-55 (2011).
- 3) A. Tabara, C. Yamane, and M. Seguchi, Adsorption mechanism for xanthene dyes to cellulose granules, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, **76**, 870-874 (2012).
- 4) A. Tabara, C. Yamane, and M. Seguchi, Low-calorie bread baked with charred cellulose granules and wheat flour to eliminate toxic xanthene food dye in the alimentary canal, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, in press
- 5) A. Tabara, H. Oneda, R. Murayama, and M. Seguchi, Determination of Hydrophobicity of Dry-heated Wheat Starch Granules by Sucrose Fatty Acid Ester (SFAE), *Stärch*, in contribution.

神戸女子大学大学院家政学研究科

修士論文 要旨

平成 24 年度 食物栄養学専攻  
生活造形学専攻



# 腎血管性高血圧モデルラットにおけるラッキョウの 経口摂取による高血圧発症予防とその機序の検討

博士前期課程（食物栄養学専攻） 北村沙織

## 【背景・目的】

ラッキョウ (*Allium bakeri*) はユリ科のAllium属に属する植物であり、アジア地域を中心に食されている。ラッキョウの鱗茎部分を乾燥させたものは古くから漢方薬として使用され、狭心症による呼吸困難、胸痛、腹痛、恶心、下痢などに効果があるとされる。ラッキョウはin vitro におけるangiotensin-converting enzyme (ACE) 活性阻害作用があると報告されている。ラッキョウから抽出されたラッキョウフルクタンは窒素代謝に影響を与えることで利尿効果があるとの報告もある。また、ラッキョウにはallicinが含まれおり、allicinは血圧の上昇を抑制するとされている。さらに、ラッキョウと同じAllium属に属するニンニクやタマネギの血圧上昇抑制作用に一酸化窒素 (NO) が関与しているとの報告もあることから、ラッキョウの継続的な経口摂取は血圧の上昇を抑制し、高血圧の発症を予防するのではないかという仮説に至った。これまでin vivoにおいてラッキョウが血圧に影響を及ぼしたという報告はなく、上述のラッキョウの生体調節機能作用機序についても不明な点が多いため、まずはラッキョウの摂取が血圧に及ぼす影響の有無を確認することとした。

そこで本研究では、腎血管性高血圧 (2-kidney, 1-clip Goldblatt; 2K1C) モデルを用いて、ラッキョウの継続的な経口摂取が血圧、血管組織に及ぼす影響について検討した。また、その機序を検討する第一歩としてNOが関与している可能性について調べるために、非選択性NO合成酵素阻害剤 ( $\text{N}^{\text{G}}\text{-Nitro-L-arginine methyl ester}$ ; L-NAME) 投与下でのラッキョウの経口摂取が血圧に及ぼす影響について観察した。

## 【方法】

### 1. ラッキョウ経口摂取が血圧へ及ぼす影響の検討

予備飼育後、6週齢時に麻酔下にて偽手術モデル (SHAM) 群と腎血管性高血圧モデルラット (2K1C) 群を作成した。術後回復を待って、SHAM群、2K1C群それぞれに標準粉末飼料 (CONT) 又は1.0% (w/w) 粉末ラッキョウ食 (AB) を6週間自由に摂取させた。ラッキョウ食は生ラッキョウを凍結乾燥し粉末状にして作成した粉末ラッキョウを標準粉末飼料に添加したものを用いた。飼料投与期間中、tail-cuff法にて収縮期血圧の測定を行った。飼料投与終了時、麻酔下にて鼠径動脈にカテーテルを挿入し、平均血圧の測定を行った。平均血圧測定後、胸部大動脈を摘出し、Hematoxylin & Eosin (HE) 染色を行い、血管組織を観察した。

### 2. ラッキョウの血圧上昇抑制作用機序の検討

予備飼育後、6週齢時に麻酔下にてSHAM群と2K1C群を作成し、術後回復をまって、SHAM群、2K1C群それぞれに標準粉末飼料 (CONT) 又は1.0% (w/w) ラッキョウ添加食 (AB)、及び水道水 (Vehicle; Veh) 又はL-NAME溶解液 (LN) を6週間摂取させた。ラッキョウ食は実験1と同じものを使用した。L-NAME溶解液はL-NAMEを水道水に0.3 g/Lの濃度で調製した。飼料投与期間中、tail-cuff法にて収縮期血圧の測定を行った。

## 【結果・考察】

### 1. ラッキョウ経口摂取が血圧へ及ぼす影響の検討

収縮期血圧では、手術1週間後から、2K1C-CONT群はSHAM-CONT群に比べ有意に上昇した( $p<0.05$ )のに対し、ラッキョウを与えた2K1C-AB群では2K1C-CONT群と比較して血圧上昇を有意に抑制した( $p<0.05$ )。SHAM-CONT群とSHAM-AB群の収縮期血圧には差が見られなかった。また実験終了時に測定した平均血圧においても同様の結果が得られた。

血管組織の観察では、2K1C-CONTはSHAM-CONTと比較して血管中膜が肥厚する傾向が見られたのに対し、ラッキョウを与えた2K1C-AB群ではこの中膜肥厚を抑制する傾向がみられた。

### 2. ラッキョウの血圧上昇抑制作用機序の検討

2K1C-CONT-Veh群の収縮期血圧は実験1と同様、SHAM-CONT-Veh群と比較して、有意に上昇した( $p<0.05$ )のに対し、ラッキョウを与えた2K1C-AB-Veh群は、2K1C-CONT-Veh群と比較すると血圧の上昇が有意に抑制された( $p<0.05$ )。L-NAMEを投与したSHAM-CONT-LN群の収縮期血圧はSHAM-CONT-Veh群と比較して有意に上昇し( $p<0.05$ )、さらに2K1C-CONT-LN群はSHAM-CONT-LN群と比較して有意に血圧が上昇した( $p<0.05$ )。ラッキョウを与えた2K1C-AB-LN群の収縮期血圧は2K1C導入後上昇し、2K1C-CONT-LN群と比較しても有意な差はみられず、Veh群で観察された血圧上昇抑制はL-NAME存在下では観察されないことから、ラッキョウの摂取による血圧抑制作用にはNOが関与している可能性が示された。なお、L-NAMEを投与した場合においてもSHAM-CONT-LN群とSHAM-AB-LN群の収縮期血圧には有意な差が見られなかった。

以上の結果から、腎血管性高血圧モデルラットにおいて、ラッキョウの継続的な経口摂取は血圧上昇を抑制し、その作用機序にNOが関与している可能性がある。

# 体格とヘモグロビン濃度の関連

博士前期課程（食物栄養学専攻） 吉野昌恵

## 【背景・目的】

栄養性貧血（nutritional anemia）の判定基準がWHOにより示されて以来<sup>1)</sup>、この判定基準に従って公衆衛生活動が世界各地で展開されているが、依然として貧血は地域社会や学校では問題となっている。青少年期では、運動選手の貧血発症頻度が非運動者よりも高いとする報告が多数あり<sup>2~4)</sup>、成長や競技への影響が懸念されている。また、国民健康栄養調査では、20~49歳女性のヘモグロビン濃度の25パーセンタイル値は約12 g/dlであり、WHOの貧血の基準（12 g/dl未満）を適用するなら、成人女性の1/4は貧血状態となる<sup>5)</sup>。高齢期には、しばしば低栄養が認められ、その場合ヘモグロビン濃度は低く、貧血有病率が高くなる<sup>6)</sup>。一方、貧血は体格とよく関連しているようであり、男女ともにやせ型に多いとする報告がいくつかある。人間ドック受診者の有病率とBMIとの関連を調べた疫学調査では、BMIが低値の人ほど貧血の有病率が高いことが報告されている<sup>7)</sup>。高校野球選手を対象とした先行研究でも体重とヘモグロビン濃度との間に有意な正の相関関係が認められた<sup>8)</sup>。

こうした先行研究から貧血のリスクを体格から推測できるのではないかと考え、健診受診者を対象として体格とヘモグロビン濃度との関連を調べた。

## 【方法】

大阪府高槻市の内科診療所で2010年4月～2011年3月に健診を受けた者のうち50～70歳代の男女410名（男性159名、女性251名）を対象として解析を行った。体格検査では身長（Ht）、体重（BW）を測定し、BMIを算出した。血液検査項目はヘモグロビン濃度（Hb）、ヘマトクリット値（Hct）、赤血球数（RBC）、血清総たんぱく質（TP）、血清アルブミン濃度（Alb）とした。統計処理にはSPSS Statistics 19を使用し、2群間の有意差検定にはt検定を用い、相関関係はPearsonの相関分析を行った。有意水準はすべて5%未満とした。

## 【結果】

対象者の年齢分布は、男性は70歳代が最も多く全体の55%、女性も70歳代が最も多く全体の49%を占めた。BMIの平均値は男性22.7、女性21.7であった。Ht、BW、BMI、Hb、Hct、RBCはいずれも有意に男性>女性であったが、Albは有意に女性>男性であった。また、年齢階級別で比較すると、男性では50歳代と70歳代のHbに差を認めたが、BWとBMIは年代間の差がなかった。女性では、BW、BMIおよびHbに年代間の差は認めなかつた。BMIとHbの関連では、BMIが高くなるとHbが高くなり、BMIとHbの間には男女ともに有意な正の相関関係があった（男性：r=0.160, p=0.044；女性：r=0.181, p=0.004）。また同様に、BWとHbの間にも有意な正の相関関係があった（男性：r=0.170, p=0.033；女性：r=0.200, p=0.001）。したがって、BMIまたはBWが大きいほうがHbが高く、BMIやBWが小さいほうがHbが低いことがわかった。

体格と貧血有病率との関連を調べるために、体格は肥満学会の基準（やせ：BMI<18.5；普通：18.5≤BMI<25；肥満：BMI≥25）を用い、貧血はWHOの基準（Hb 男性：13.0g/dl未満；女性：12.0g/dl未満）を用い、体格別の貧血有病率を調べた。男性では「やせ」の有病率は高く36 %であり、「普通」の1.7倍、「肥満」の3.6倍

高かった。一方、女性では体格による有病率に差は認められなかった。また、年齢階級別に有病率を調べたところ、男女ともに70歳代になると有病率が高くなり、男性では25%、女性では20%であり、50・60歳代の1.8倍であった。

### 【結論】

体格とヘモグロビン濃度には明らかな関連があり、BMIまたは体重が小さいほうがヘモグロビン濃度が低く、特に男性では貧血有病率と関連する傾向にあった。また、貧血のリスクは体格から予測できる可能性が示唆された。

### 参考文献

- 1) Report of a WHO Scientific Group: Nutritional Anaemias."WHO Technical Report series, No. 405":5-37, 1968.
- 2) 須藤善雅、他：中学生の運動部活動と潜在性鉄欠乏. 小児保健研究、49, 639-645, 1990.
- 3) 太田節子、他：児童生徒のスポーツ活動と貧血にかかる血液性状との関係. 日本衛生学雑誌、40, 259, 1985.
- 4) 櫻田恵右、他：スポーツ貧血の現状と食事. 日本臨床栄養学雑誌、20, 15-20, 1999.
- 5) 厚生労働省「日本人の食事摂取基準」策定検討会：日本人の食事摂取基準2010年版、第一出版、東京、2009, 218-226.
- 6) 灌珍嬉、他：地域在宅高齢者における低栄養と健康状態および体力との関連. 体力科学、54, 99-106, 2005.
- 7) 永井雅人、他：疾病の有病数から見た理想的なBMIの検討. 肥満研究、13, 256-261, 2007.
- 8) 吉野昌恵、他：高校野球選手の体格と血液性状. 栄養学雑誌、69, 197, 2011

# セルロース微細纖維のアルカリ可溶化

博士前期課程（生活造形学専攻）佐藤真帆

## 【背景・目的】

近年、爆碎処理（高温高圧の飽和水蒸気処理とそれに続く大気圧下への放出）を施すとセルロースが水酸化ナトリウム水溶液に溶解することが発見された。この方法は、セルロースを溶解するのに、水と水酸化ナトリウムしか使用しないため環境に極めてやさしいものだが、爆碎装置の設備コストや運転コストなどに問題があった。これに加え、セルロースの水酸化ナトリウム水溶液への溶解にはアルカリ水溶液への溶解速度が極めて遅いという問題点がある。一般的に溶解速度を上げるには、温度を上げればよいのだが、セルロースのアルカリ水溶液への溶解は低温溶解型なので、温度を上げることができない。セルロースをアルカリ水溶液へ溶解させるためには低温を保ったまま溶解速度を上げることが重要となる。今回、ビーズミルやグラインダーという湿式粉碎機を使用しセルロースを微細粉碎化、ナノファイバー化し、セルロースの分子内水素結合を破壊し、さらに木質パルプの表面積をあげることにより、セルロースを爆碎しなくても水酸化ナトリウム水溶液に溶解することを見出したので報告する。

## 【方法】

- (1) ビーズミル処理：直径2mmのジルコニアビーズが充填されたメディア式湿式粉碎機で木質パルプの水懸濁液を10分間、湿式粉碎した。グラインダー処理：木質パルプの水懸濁液を-250μm間隔のグラインダー砥石間を二度通過させ、ナノファイバー化した。
- (2) セルロースの水酸化ナトリウムへの溶解：NaOH 7.6%、-4°C；搅拌、1400 rpm、2分間
- (3) 製膜：フィルムキャスト、500 μm；凝固液、10%硫酸又は10%酢酸、-5°C；時間、5分

## 【結果および考察】

従来の爆碎を用いた方法では重合度(DP) 300を越えるとセルロースの未溶解物量(Rc)は急増した。これに対し微細纖維化セルロースではDP750までRcは極めて少なく、湿式粉碎による表面積の向上とセルロース分子内水素結合の破壊により、幅広いDP領域でセルロースをよく溶解した。DPの上昇にともない、このセルロース溶液から得られたフィルムの強度は上昇し、強度の高い繊維やフィルムが調製できる可能性を示すことができた。

## 【結論】

二硫化炭素(レーヨンの場合)や銅アンモニア(キュプラの場合)などを使わず、さらに爆碎という工業的にハードルの高い工程を必要とせず、DPの高いセルロースを水酸化ナトリウム水溶液だけで溶解することができた。重合度が高いセルロースも溶解できるようになったので衣料繊維、フィルム、スポンジなど強度が要求されるものにも対応でき、重合度の低いものは食品材料、特に油脂代替食材として使用できるなど、応用展開の可能性が大幅に広がる。

# 扇風機日傘の紫外線遮蔽および熱中症予防効果

博士前期課程（生活造形学専攻）謝 雅竹

## 【背景・目的】

本研究では日傘の紫外線遮蔽効果とともに熱中症予防および温熱生理学効果を明らかにすること、さらに日傘に扇風機を取り付けることにより、積極的に汗の蒸発を促進することが熱中症予防に対して、付加的効果が期待できるか否か、明らかにすることを目的とした。

## 【方法】

- (1) 屋外の紫外線と熱線遮蔽実験では、色、素材、コーティング材の異なる5本の日傘を使用し、日傘あり条件と日傘なし条件において、紫外線と熱線の遮蔽効果について検討した。
- (2) 人工気象室において小型扇風機付き日傘の風速を測定し、空気対流による湿球黒球温(WBGT)の軽減効果を検証した。
- (3) 8名の被験者に心拍数100拍/分の強度で運動中、日傘あり・なしの両条件における生理的反応と心理的応答を比較し、さらに日傘あり条件での扇風機ONとOFFの両条件の生理的・心理的応答を検討した。

## 【結果および考察】

- (1) 5本の日傘有無による紫外線強度( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ )における相関関係を観察したところ、日傘あり条件で傘下20cmの平均紫外線遮蔽率は回帰直線から見ると、黒色日傘では99%、扇風機付き黒色日傘99%、白色日傘98%、銀色日傘98%、水色日傘90%の順であった。紫外線防止効果は傘色の違いにより異なる結果となった。
- (2) 小型扇風機付き日傘の風速測定結果は、場所により、0.55~2.91m/sの範囲であった。日傘有無条件の乾球温(Td)、湿球温(Tw)、黒球温(Tg)の平均値を比較すると、日傘あり条件のTd、Tw、Tgは抑制されることが示された。日傘あり条件における扇風機あり条件では、湿球温が大幅に低下するため、WBGT抑制効果が観察された。
- (3) 人体生理指標の皮膚温を測定した結果、日傘あり条件で皮膚温上昇が抑えられた。特に顔面と胴体の露出部皮膚が、日傘により熱線遮蔽されたため、皮膚温の上昇抑制が顕著であった。日傘ありで扇風機ON・OFFの両条件において、額、頸、胸部の三箇所では、扇風機ON条件の皮膚温がさらに低下することが判明した。扇風機の頭部送風により顔面冷却に伴うSBC(選択的脳冷却)反応が起こる可能性が示唆された。日傘あり条件の総発汗量と蒸発汗量は日傘なし条件に比べ、少ないことが観察された。

## 【結論】

以上の結果から、暑熱環境における日傘の使用は放射熱の遮蔽効果により、WBGT抑制に有効であることが示された。日傘あり条件では人体への暑熱負担が軽減され、温熱生理反応と心理的応答に反映した。日傘あり条件では日傘なし条件に比べ、暑さの申告が軽減され、全身快適感でも快適側の申告をすることが判明し

た。さらに日傘に小型扇風機を取り付け、扇風機ON条件とOFF条件の人体生理反応と心理的応答には大きな差が見られた。扇風機ONによる頭部の冷却は皮膚温の低下と暑さによる不快感の低下に大きい影響を及ぼすことが分かった。以上の実験結果を総合すると、日傘、特に扇風機付き日傘の使用は、紫外線遮蔽および熱中症予防に有効であることが判明した。今後は扇風機付き日傘の多面的応用を捉えていく必要があると考えられる。



神戸女子大学家政学部

卒業論文

平成 24 年度 管理栄養士養成課程  
家政学科

# 平成24年度家政学部 卒業論文 管理栄養士養成課程

## ■大槻ゼミ

- 野菜サラダの摂取順序の違いによる食後血糖値への影響 ..... 大原 純  
グルコケアが食後血糖値に及ぼす影響について ..... 金岩 彩佳  
マンナンヒカリを配合したおにぎりの摂取が食後血糖値に及ぼす影響 ..... 村上 由記

## ■大西ゼミ

- 米粉の現状と今後－コストの点から考える－ ..... 岩崎 春花  
女子大学生の生活状況と行事食に関する意識調査 ..... 上田めぐみ  
骨粗鬆症と女性ホルモンとの関係、大豆イソフラボンの効果について ..... 来田のどか  
発酵食品の機能性から日本の食を考える ..... 木下真里衣  
米粉の現状と今後－施策の点から考える－ ..... 小藪恵美子  
高齢者の摂食嚥下障害について ..... 清水 香穂  
おやつと栄養表示から食育を考える ..... 大坊 明希  
郷土料理を通じた食育の推進 ..... 野村英里香

## ■置村ゼミ

- ES細胞から成長ホルモン産生細胞への分化の試み ..... 相原 愛  
C2C12細胞におけるirisin mRNAの発現量の変化 ..... 伊東 歩美  
ラット腸管における甘味受容体mRNA量に及ぼす高脂肪食の効果 ..... 梶原 純美

## ■小倉ゼミ

- 魚（ハモ）の腸内細菌による胆汁酸の変換 ..... 岡 彩佳  
カサゴの腸内細菌による胆汁酸変換への影響 ..... 川崎 千夏  
マダイの腸内細菌における胆汁酸変換への影響－プロバイオティクスへの利用－ ..... 津田 静華  
魚（石茂魚）の腸内細菌による胆汁酸変換機能について ..... 寺地美奈子  
魚（ウマズラハギ）の腸内細菌における胆汁酸変換 ..... 樋本 綾香  
胆汁酸変換におけるアイナメの腸内細菌によるプロバイオティクス研究 ..... 松本 理沙  
メバルの腸内細菌における胆汁酸の変換について ..... 三島百合香  
カレイの腸内細菌による胆汁酸の変換機能 ..... 湯浅久美子

## ■金子ゼミ

- 虫を食べる ..... 田中 早紀  
抗酸化剤が褥瘡形成に及ぼす影響 ..... 達 真由子  
抗酸化剤が褥瘡形成に及ぼす影響 ..... 外山 真帆  
若い女性における栄養摂取状況低下に対する問題について ..... 藤本亜由美  
血管年齢と栄養摂取状況について ..... 松下 朋加  
抗酸化物質が褥瘡形成に及ぼす影響 ..... 宮脇 希美

### ■狩野ゼミ

- エキストラバージンオリーブ油と香辛料の同時投与によるタンパク質代謝への影響  
—ラットの尿中カテコラミン量及び尿中クレアチニン量の検討— ..... 伊勢 彩香  
エキストラバージンオリーブ油と香辛料の同時投与によるタンパク質代謝への影響  
—尿中カテコラミン及び尿中クレアチニンを指標とした検討— ..... 柿塚 晴奈  
エキストラバージンオリーブ油と香辛料の同時投与によるステロイド代謝への影響  
～精巣中テストステロン量、肝臓アルギナーゼ活性の測定による検討～ ..... 神納 未季  
エキストラバージンオリーブ油と香辛料の同時投与による蛋白質代謝への影響  
～尿中カテコラミン量及び尿中クレアチニン量測定による検討～ ..... 齊藤 史子  
エキストラバージンオリーブ油と香辛料の同時投与による蛋白質代謝への影響  
～尿素窒素及び血漿中コルチコステロン濃度測定における検討～ ..... 高林 優衣  
エキストラバージンオリーブ油と香辛料の同時投与による蛋白代謝への影響  
～肝臓アルギナーゼ活性及び精巣中テストステロン量を指標とした検討～ ..... 中原 知香  
エキストラバージンオリーブ油と香辛料の同時投与による尿中尿素窒素量及び血漿中コルチコステロン濃度への影響 ..... 松木 千夏  
エキストラバージンオリーブ油と香辛料の同時投与による蛋白代謝への影響  
～肝臓アルギナーゼ活性及び精巣中テストステロン量測定による検討～ ..... 蔡内 彩乃  
エキストラバージンオリーブ油と香辛料の同時投与によるステロイド代謝への影響  
—血漿中コルチコステロン濃度及び尿中尿素窒素量を指標とした検討— ..... 山本 早紀  
エキストラバージンオリーブ油と香辛料の同時投与による蛋白代謝への影響  
—血漿中コルチコステロン濃度及び尿中窒素量測定による検討— ..... 横山美知子  
エキストラバージンオリーブ油と香辛料の同時投与による蛋白代謝への影響  
～肝臓アルギナーゼ活性及び精巣中テストステロン量について～ ..... 田辺 美保

### ■栗原ゼミ

- リグニンによる発がん物質の吸着 ..... 岩渕 友香  
ハーブティーの血行促進作用について ..... 岡畑 悠希  
食品における肌の保湿効果 ..... 茅坂 真夕  
食品における肌の保湿効果 ..... 加戸 緑  
ハーブの血行促進作用 ..... 金山友香利  
食品における肌の保湿効果 ..... 郷本 理恵  
豆乳摂取によるストレス緩和効果 ..... 中西 陽子  
昆布と酢の同時摂取が腎血管性高血圧モデルラット（2KIC）の血圧に及ぼす影響についての検討 ..... 鍋島あおい  
朝食と集中力の関係 ..... 宮本 由貴  
日本と韓国における女子大学生のやせ願望 ..... 李 幸子

## ■後藤ゼミ

- プロッコリー、パプリカのマルチスチーマーによる加熱の栄養成分や食味に及ぼす温度の影響 ..... 尾崎 七海  
フリーズドライショウガパウダーを用いたジンジャーミルクプリンの簡便な調理法の検討 ..... 幸塚 瑞季  
野菜エキスパウダーの利用法に関する検討 ..... 佐野もなみ  
過熱水蒸気オーブンとスチームコンベクションオーブンによる調理法の比較 ..... 志村 茉耶  
過熱水蒸気オーブンとスチームコンベクションオーブンの調理特性の違いについて ..... 野口裕美子  
マルチスチーマーによる低温スチーミングが野菜の栄養成分や食味に及ぼす影響について ..... 松本 恵奈  
ショウガ搾汁のフリーズドライパウダーを用いたジンジャーミルクプリンの調整方法の検討 ..... 山崎明日香  
野菜エキスパウダーの嚥下食への利用 ..... 米田悠佳子

## ■佐藤ゼミ

- 高齢者福祉施設における入所者の摂取栄養量と栄養状態について ..... 赤松真梨子  
保育所及び幼稚園児童の食物アレルギーの実態 ..... 天野 伶美  
保育所において食物アレルギー児に提供された間食の摂取栄養量と牛乳アレルギー児に対して間食時に提供される飲料の検討 ..... 小池 東美  
保育所において食物アレルギー児に提供された摂取栄養量と牛乳アレルギー児に対して間食に提供される飲料の検討 ..... 太田 実花  
高齢者福祉施設における入所者の摂取栄養量と栄養状態について ..... 大西 千穂  
高齢者福祉施設における利用者の摂取栄養量と栄養状態との関係 ..... 友重 美香  
高齢者福祉施設における利用者の摂取栄養量と栄養状態との関係 ..... 橋本 紘海

## ■清水ゼミ

- 食物アレルギーと卵・牛乳・小麦粉を使わないおやつ ..... 池部 舞  
糖尿病食事交換表を用いたお弁当づくり ..... 祖母井明音  
女子大生の食生活の実態 ..... 三田 麻未  
学校給食での地産地消 ..... 宮畠 里衣  
食事バランスガイドを用いた学生食堂での食育 ..... 吉村真沙子

## ■瀬口ゼミ

- 冷凍ドウによる製パン性劣化を防ぐための多糖類（13種類）の添加効果について ..... 今岡 奈月  
乾熱処理小麦粉を用いたホットケーキの改良研究 ..... 粕渕 由佳  
がごめ昆布を用いたグルテンフリーパン製造研究 ..... 小寺 春奈  
各種アルギン酸のパン膨化に与える影響について ..... 諫訪知世子  
パンの弾力性を用いた老化の研究について ..... 立石 理華  
麩を使った貯蔵食品の開発研究 ..... 中津 昌美  
バナナを用いたグルテンフリーパン製造研究 ..... 中野 真衣

乾熱処理小麦粉／水懸濁液の示す粘性の変化について ..... 米山 瑞子

### ■高橋ゼミ

- 福祉施設で働く管理栄養士の業務に関する研究 ..... 神田ひとみ  
新調理システム導入による病院給食の野菜提供量と栄養量の変化 ..... 岡崎 瞳美  
幼稚園児の食事と給食の役割についての研究 ..... 早水 梓  
幼稚園児の給食のある日とない日における食生活について ..... 福山 歩実  
病院給食における野菜提供量についての分析 ..... 真山 周子  
新調理システム導入による病院給食における野菜提供量の変化 ..... 吉田 裕妃  
高齢者施設における食事形態の分類と咀嚼・嚥下機能障害との関連の実態 ..... 藤原由佳子

### ■竹中ゼミ

- 日本人女子大生における骨量とビタミンDレセプター遺伝子Apa I 多型の関係、及び運動習慣をはじめとする環境因子が骨量に及ぼす影響 ..... 岩佐 尚美  
精油の香りと嗜好が健常人の血圧・脈拍に及ぼす影響 ..... 小川 珠季  
日本人女子大生における骨量とビタミンDレセプター遺伝子Apa I 多型の関係、及び運動習慣をはじめとする環境因子が骨量に及ぼす影響 ..... 園田絵利佳

### ■田中ゼミ

- 女子バレーボール選手における安静時代謝の身体組成の関連性について ..... 池上 夕稀  
兵庫県における行事と行事食の認知・経験の世代間比較  
一親世代・学生世代ともに認知・経験が高い行事について— ..... 尾山由季恵  
兵庫県における行事と行事食の認知・経験の世代間比較—一親から子への伝承が危惧される行事— ..... 紺 友里恵  
兵庫県における行事の認知・経験の世代間比較  
一親世代・学生世代ともに認知・経験が低い行事について— ..... 杉本 沙貴  
女子バレーボール選手における安静時代謝の季節変動について ..... 立花可南子  
小学生の咀嚼意識と食生活・生活習慣との関連性—調理への関心の重要性— ..... 中橋 純音  
全国高校野球選手権大会出場選手の体格と競技力の関係について ..... 藤岡 恵美  
小学生の味覚と食生活・生活習慣の関連性—大学生との比較— ..... 伏木みのり

### ■田村ゼミ

- 阿波番茶、プーアール茶、杉茶によるマスト細胞の脱顆粒抑制効果 ..... 原 早朋  
アサイーの脱顆粒抑制成分の特定 ..... 前田 奈摘  
アサイーのマスト細胞脱顆粒抑制成分の単離—HPLC法によるアサイーの成分分析・分取— ..... 山原 由佳  
アサイーのマスト細胞脱顆粒抑制成分の特定 ..... 木村沙緒里  
二段発酵茶によるマスト細胞シグナル伝達抑制の解析 ..... 武川真理子  
二段発酵茶によるマスト細胞シグナル伝達抑制機構の解析 ..... 中川 歩美  
プーアル茶、阿波番茶の脱顆粒抑制作用の検証 ..... 畠中 優里  
HPLCによるアサイーの成分分析・分取 ..... 横田 美紀

## ■土江ゼミ

- 新調理システムによるかぼちゃあん・さつまいもあん・つぶあんにおける官能検査と細菌検査 ..... 亀田 梨恵  
母親の就業形態と幼児の食生活習慣の関係 ..... 小阪 夏未  
低エネルギー菓子—開発と糖尿病患者への喫食調査— ..... 砂屋 麻子  
母親の就業形態と幼児の食生活習慣の関係性 ..... 友金明日美  
真空調理におけるかぼちゃあん・さつまいもあん・つぶあんの官能検査と保存期間の検討 ..... 野口 恵里  
低エネルギー菓子について—開発と糖尿病患者への喫食調査— ..... 松村 佳恵  
糖尿病再入院患者についての実態調査 ..... 森本安友未  
糖尿病再入院患者についての実態調査 ..... 加藤映美里

## ■長澤ゼミ

- 民間茶の機能性について ..... 川端 真代  
豆由来オリゴ糖のプレバイオティクス効果に関する研究 ..... 西郷 実季  
生活習慣病予防に効果のある食事に関する検討 ..... 高松 美穂  
玄徳茶による美肌効果に関する検討 ..... 廣澤 美佳  
健康茶の抗酸化性 ..... 山本恵理子

## ■橋本ゼミ

- 兵庫県M市の3歳児健診データから見る食生活環境 ..... 青田麻里奈  
心理状態と食行動の関連性について ..... 岡坂 優子  
3歳児における虫歯の要因調査—兵庫県M市母子保健統計を用いて— ..... 岸上 美咲  
乳幼児の食育の実態 第3報～食育実践活動を通して～ ..... 佐伯 和香  
女子大生の生活状況と行事食に対する意識調査 ..... 田尻 加奈  
乳幼児の食育の実態、第4報～今後の方策について～ ..... 洞庭 佑香  
乳幼児の食育実態、第1報～保護者の意識調査～ ..... 永瀬 智子  
乳幼児の食育の実態 ..... 山成 早紀  
乳幼児の食育の実態 第3報～食育実践活動を通して～ ..... 吉村 理奈

## ■林ゼミ

- フランス菓子について ..... 今井かおり  
フランスのチーズについて ..... 川崎野々香  
キッシュロレースについて ..... 佐野真梨奈  
フランスの牛肉料理について ..... 千田恵理子  
フランス料理のソースについて ..... 辻 光  
ワインを使ったフランス料理 ..... 中野 朋美  
酒を使用したフランス菓子について ..... 納谷 光  
フランスの地方菓子について ..... 宮本 麻衣

## ■廣澤ゼミ

- 鉄欠乏性貧血と生活習慣・食生活の関連について ..... 梅本亜沙子  
女子大学生の体型認識と食生活の関連について ..... 喜多紗耶未  
管理栄養士養成課程の学生における葉酸の認知度と食意識の関係 ..... 栗山 法子  
若年女性の食生活と便秘・それによる肌との関連 ..... 白石 理緒  
女子大生の体型、痩せ願望と摂食障害および抑うつとの関連 ..... 谷田 夢美  
冷え性と食の知識の関連について ..... 仲 貴愛  
栄養成分表示と健康意識について ..... 山口 森子  
女子大生の体型と生活習慣 ..... 山本 優香

## ■堀田ゼミ

- 柑橘類搾汁残渣における健康増進効果について ..... 青木 桃子  
柑橘類の搾汁残渣における健康増進効果について ..... 岩館こころ  
柑橘類の搾汁残渣の健康増進効果について ..... 西村 優希  
柑橘類搾汁残渣における健康増進効果について ..... 平井 美紗  
柑橘類搾汁残渣の健康増進効果 ..... 松井由梨香  
柑橘類搾汁残渣の健康増進効果 ..... 三浦 友恵  
柑橘類搾汁残渣の健康増進効果について ..... 山岸 由季  
温州みかん・ゆず・八朔搾汁残渣の健康増進効果について ..... 田中 愛

## ■山本ゼミ

- アラビアゴム分解能をもつビフィズス菌JCM 7052株のDNAライブラリー作製 EcoR IIによるランダムクローニング ..... 加賀田あゆ美  
アラビアゴム分解能を持つビフィズス菌JCM 7052株のDNAライブラリー作製 ..... 米田 真弓  
アラビアゴム分解能を持つビフィズス菌JCM 7052のDNAライブラリー作製  
—Hind IIIによるDNAランダムクローニング— ..... 新保 夏美  
アラビアゴム分解能をもつビフィズス菌JCM 7052のDNAライブラリー作製  
—Hind IIIによるDNAランダムクローニング— ..... 光川あゆみ

# 平成24年度家政学部 卒業論文 家政学科

## ■上田ゼミ

ヒゲと若者	齋藤 彰子
世界の警察の制服	津留 由佳
皮膚に対するUVの影響	西田 麻美
スポーツウェアの変遷	三村 紗季
色の変化から見るランドセルのファッショナ化	森岡 恭子
クレンジング剤の固形化	山本 桃子
給食制度における今後の課題	樋口 奈緒

## ■上野ゼミ

現代アートによる新しい地域活性化～瀬戸内国際芸術祭にみる事例調査より～	大林 瑞季
地方中核都市における商店街を中心としたまちづくり－高松丸亀町商店街の事例から－	國定 優美
中山間地域における再生可能エネルギーを主に利用した新たな地域づくり－高知県梼原町のケース－	坂本 朱里
福井県におけるエコ・グリーンツーリズムの内容と特徴	高橋 知里
日本に住む外国人から見た日本の住まい	福田 千尋
高等学校家庭科教科書における防災教育の現状と女子大生の防災意識	福濱 彩乃
卵かけご飯ブームと地域おこしの関係について－兵庫県多可郡多可町加美区轟－	村上 綾美

## ■大森ゼミ

就活靴の摩耗による身体への影響	遠藤 美貴
トウシューズの摩擦を軽減する方法	小笠原みづき
体のゆがみにおける2D・3Dのデータ比較	木田麻莉子
長距離歩行に適しているパンプスの研究	銅玄 智都
長距離歩行前後による足圧分布の変化	永吉 加奈
歩行時における靴と前足部にかかる圧力の関係	成尾 優
神戸女子大学家政学部家政学科のロゴマークの提案	山本 絹子

## ■岡本ゼミ

銘仙きものの光沢と明度の関係	石井 友梨
戦後の銘仙模様にみる海外デザインの影響	木俣早百合
銘仙きものの色彩と光沢	鷲 千尋
戦後の銘仙きものの模様と海外のインテリアファブリックの模様	竹内 芽衣
銘仙着物の柄行が他の着物の柄行へ与えた影響	西田実紗紀
戦後の銘仙きものの模様に影響したアメリカ映画	牧野 央奈

抽象絵画が戦後の銘仙きものの模様に与えた影響 ..... 森脇 彩

### ■梶木ゼミ

- 大学生に自己効力感を獲得させるための「子どものまち」のあり方  
～神戸女子大学で実施する「子どものまち」の提案 ..... 萩田有里恵  
「リカちゃんサイズのくらし再現模型」の作り方ブックレットの作成  
～「ニュータウン半世紀展～千里発・DREAM～」における神戸女子大学“DREAM HOME”  
プロジェクトの取り組みより一 ..... 竹森 美樹  
防災に着目した地域安全マップ活動のプログラム開発とその学習効果の検証  
～神戸市立浜山小学校における実践結果より～ ..... 寺尾 友美  
家庭的保育施設の空間的特徴に関する研究～神戸市グループ型家庭的保育施設の事例より～  
..... 中島 梨沙  
小学生の学校トイレの利用実態と意識に関する研究～神戸市立西須磨小学校の事例より～  
..... 野田 真夏  
千里ニュータウン開発当初の暮らしの記録  
～第一世代の団地住民を対象としたオーラルヒストリーより～ ..... 水田 晃代  
地域とつながる共感型コミュニティカフェのあり方に関する研究 ..... 松浦 由佳

### ■来海ゼミ

- エコロジーで快適な住まいについての研究 ..... 秋山真有香  
神戸女子大学内女性トイレの内装・設備比較研究 ..... 穴山菜那子  
住宅における内装材の安全性に関する研究 ..... 楠本 尚子  
神戸旧居留地に対する学生のイメージ・認知度についての研究 ..... 高見 美早  
平安時代の貴族邸宅における空間構成と、住まい方についての研究 ..... 鶴園 優稀  
大学内の危険な場所の実態についての研究 ..... 西原 里佳  
住宅における内壁の仕上げ材についての研究（壁紙・塗装） ..... 真渕 安希

### ■十一ゼミ

- ゆとりを持たせた衣服を考案したデザイナーたち ..... 草田 実季  
オートクチュール、プレタポルテから既製服への変遷—クチュリエから見た技術革新—  
..... 笹井しおり  
時代により変化するファッションと消費における価値観  
—社会に関係した高級ブランドの存在— ..... 時津 希林  
20世紀を中心としたヨーロッパにおけるファッションの流行について ..... 中岡 実里  
日本における服飾文化の変化 ..... 中村麻理奈  
女性の身体美の追求 ..... 瀬 風子  
下衣の着装の変遷 ..... 東 美絵

### ■高橋ゼミ

- Excelを用いた熱伝導シミュレーション ..... 鳥越 淳子  
エネルギー問題と省エネルギーについて～アンケート調査～ ..... 中島まりこ

- Excelを用いた家庭科電子教材の作成 ..... 古川 真与  
 Excelを用いた簡単なモデルによる熱流体シミュレーション～部屋を冷やす場合～ ..... 幸田麻実子  
 Excelを用いた簡単なモデルによる熱流体シミュレーション～部屋を暖める場合～ ..... 松澤 美紀  
 家庭における照明機器の使用について～アンケート調査～ ..... 真鍋 英恵

### ■田中ゼミ

- 高校生の食生活実態調査をもとにした実践化に結び付く調理実習教材の研究 ..... 明野 香穂  
 照明と睡眠～住宅照明に焦点をあてて～ ..... 草野 麻未  
 衣服収納についての実践的研究 ..... 久保智佳子  
 雑誌「装苑」にみる婦人服の色彩変容 ..... 小丸 紗季  
 高等学校家庭科における住生活の取り扱いとその変遷 ..... 新家 瞳

### ■田村ゼミ

- ウエスタンプロッティングによる玄徳茶I型アレルギー抑制作用部位の特定 ..... 浅川 晴香

### ■中西ゼミ

- ジーンズのリメイク ..... 吳 佳瑩  
 幼児の発達を促す布絵本の制作 ..... 櫻井真美子  
 若年女子における無彩色を中心とした3色配色の感情評価について ..... 佐々木 彩  
 シャネルスーツの製作シミュレーションの教材研究 ..... 佐々木綾子  
 着物のドレスリメイク ..... 原 麻知子

### ■平田ゼミ

- 機能性肌着による衣服内環境への影響 ..... 池田 早織  
 柔軟仕上げ剤の芳香による睡眠時の快適効果について ..... 石丸 愛  
 暑がりが冷え性とどのように異なる体質であるか ..... 奥田 愛  
 日傘の快適性に関する研究～遮熱機能素材を用いての実測とアンケート調査～ ..... 木村紗央里  
 雨具を着用しての自転車運動が衣服気候と温熱生理反応に及ぼす影響 ..... 熊谷 梢  
 睡眠における柔軟仕上げ剤の芳香効果 ..... 白川 友梨  
 姿勢の違いが下肢の皮膚血流量に及ぼす影響 ..... 八木あす実

### ■山根ゼミ

- セルロース分子鎖の直鎖から折り畳み鎖への転移に関する研究 ..... 真鍋 志保  
 再生セルロースの微細化機構に関する研究 ..... 犬場 朝子  
 キュプラ繊維の重合度が強度と微細化に与える影響 ..... 竹内 芙美  
 キュプラ繊維の物性と重合度の研究～重合度が強度と微細化に与える影響について～ ..... 松原 春佳  
 再生セルロースの構造形成に関する研究 ..... 竹田 真弓

紀要編集委員

平田耕造

田村奈緒子

瀬口正晴（編集委員長）

---

神戸女子大学家政学部紀要

第46卷

平成25年3月1日印刷  
平成25年3月10日発行

編集発行所 神戸市須磨区東須磨青山2-1  
神戸女子大学  
電話 神戸(078)731-4416

印刷所 神戸市兵庫区大開通2-2-11  
菱三印刷株式会社  
電話 神戸(078)576-3961

---

# BULLETIN OF THE FACULTY OF HOME ECONOMICS KOBE WOMEN'S UNIVERSITY

VOLUME 46

MARCH 2013

## CONTENTS

### Review

Cholestasis and Vitamin K - Female rats resist vitamin K deficiency more than males - Kiyohisa UCHIDA , Yoshio OGURA.....	1
---	---

Ghost-like of rice and other cereal waxy starches by concentrated KI/I <sub>2</sub> solution Masaharu SEGUCHI .....	12
--	----

### Originals

Venous blood returning from the hand enhance forearm sweat rate during thermal load Kozo HIRATA, Tetsuo NAGASAKA, Osamu SHIDO .....	21
--	----

Consideration about a high-rise and the scene in New-York Motoari KIMACHI .....	30
--	----

### Abstracts

Abstracts of Life Science Seminars 2012, Faculty of Home Economics, Kobe Women's University .....	35
---	----

Abstracts of Doctor's Thesis in 2012, the Graduate School of Life Science, Kobe Women's University .....	39
--	----

Abstracts of Master's Thesis in 2012, the Graduate School of Life Science, Kobe Women's University .....	45
--	----

### Lists of Graduation Thesis

2012-Dietician Training Course .....	56
2012-Department of Home Economics .....	62

---

Kobe Women's University

Suma, Kobe 654-8585, Japan