

食物繊維による合成着色料の吸収阻害について

玉利 正人・池田まどか・高橋 桂子

長崎大学教育学部食物学教室

(1995年10月31日受理)

Absorptional Inhibition of Authentic Pigment by Dietary Fiber

Masato TAMARI, Madoka IKEDA and Keiko TAKAHASHI

Department of Food and Nutrition, Faculty of Education,

Nagasaki University, Nagasaki 852, Japan

(Received Oct. 31, 1995)

要 約

食物繊維の吸着能を利用して食品添加物の合成色素の吸収阻害について「りんご」から分離した不溶性及び水溶性食物繊維を用いて研究した。

不溶性及び水溶性食物繊維量を一定にした場合、反応時間の長さとともに、透析膜外に出る色素量は増加した。また、不溶性及び水溶性食物繊維の添加量が多くなるほど色素の透過量も増加しており、したがって本研究で用いた「りんご搾汁粕」の不溶性食物繊維1g及び水溶性食物繊維200mg以下では、合成色素の吸収阻害に顕著な効果は認められなかった。しかし、不溶性及び水溶性食物繊維ともに、添加した色素の95%以上が透析チューブ内に保持されていることから、両食物繊維とも色素の吸着能が高いことを示している。さらに不溶性食物繊維に関しては、食物繊維量を1,000mgと増やした場合、透過量の減少する傾向が認められ、従って、所要量に近い多量の食物繊維（人の所要量は1日25gである）を用いると合成色素の吸収に阻害的に影響を及ぼす可能性が示唆された。

以上の得られた結果から、食物繊維を分離する試料の選択、吸収実験の方法及び使用する食物繊維量などについてさらに検討する必要がある。

は じ め に

食物繊維は従来エネルギー源にもならず、便秘に有効であるという程度の理解しか得られなかった。また、不消化成分は消化器官に負担をかけ、栄養素の利用効率を低下させるとして軽視されてきた。

しかし、近年、直腸ガンなどの多発傾向のなかで、その原因は食物繊維の摂取と深い係

わりがあることが明らかになるにつれて、食物繊維に対する社会的関心は急速に高まってきた。

日本を含む欧米先進国では、ガン、高血圧、肥満、糖尿病などのいわゆる成人病が多発しているのに、アフリカなどの未開発地域においてはほとんど皆無に近い状態であることに着目した科学者の研究の結果、その原因は食生活にあると考えられるようになった。

また、先進国の食事内容についても、昔からの変化をみると、タンパク質・炭水化物には大きな変化はないが、脂肪は増加し、繊維質が激減していることを指摘し、「この食物繊維の激減こそが諸病の根源である」としている。

食物繊維の生理作用として、①消化管機能への影響、②便容積の増加、③消化管通過時間の短縮、④食事栄養成分の吸収への影響、⑤脂質代謝への影響、⑥糖代謝への影響、⑦食餌性有害物質の毒性阻止の作用、⑧大腸ガン発生率の抑制効果などがあげられている。中でも⑦の食餌性有害物質の毒性阻止作用として、大腸内で有害物質を吸着して、対外に排出してしまうなどの効果が認められ、広範囲に応用されている⁽¹⁻⁶⁾。

そこで本研究では、食物繊維の摂取と有害物質(合成着色料)の吸着との関係を In vitro 実験で調べ、吸収阻害の可能性を明らかにすることを目的とした。

今回使用した食物繊維は、100g中7.2gと食物繊維の含有量の多い「りんご」の「搾汁粕」中の不溶性食物繊維及び水溶性食物繊維で、有害物質として合成着色料を用い、それら食物繊維が着色料の吸収阻害に及ぼす影響について研究した。

実 験 方 法

(1) 「りんご」の食物繊維の分離法

3,000mlのビーカーに30gの試料〔りんご(サン津軽)搾汁粕〕を入れ、0.1Mリン酸塩緩衝液750mlと耐熱性 α -アミラーゼ200mgを加え、60~70°Cの温度下で15分間、スターラーで攪拌しながらデンプン分解を行った。

これに蒸留水300mlを加え、冷却後、4M塩酸でpH1.5~2.0に調整し、ペプシン3gを加え、40°Cの温度下で1時間、スターラーで攪拌しながらタンパク質分解を行った。

これに蒸留水300mlを加え、4M水酸化ナトリウム溶液でpH6.8に調整した後、パンクレアチン3gを加え、再び40°Cの温度下で1時間、スターラーで攪拌しながら脂肪分解を行った。これらの酵素分解処理後、冷蔵庫内でろ過を行った。

ろ紙上の物質を回収し、これを蒸留水でよく洗浄した後、凍結乾燥を行い、不溶性食物繊維を得た。この収率は15.17%であった。

次に、ろ過によって沈殿物を完全に除いた「ろ液」を透析チューブを用いて、蒸留水5Lに対して、スターラーで攪拌しながら冷蔵庫内で24時間透析した。透析の効率を上げるために、途中で蒸留水を2回交換した。

次に、透析終了後、透析チューブ内容物をパットに移し凍結乾燥を行った。凍結乾燥後、100mlの水を加えてとかし、4M塩酸でpH4.5に調整し、4倍量のエチルアルコール400mlを加えて、1時間冷蔵庫内で静置すると、白い沈殿物が得られた。

上清のアルコールを除去して、白い沈殿のみを3,000rpmで20分間の遠心分離を行った。これによって得た白い沈殿物を蒸留水でとかし、シャーレに移して凍結乾燥を行ない、

水溶性食物繊維を得た。この収率は2.18%であった。

なお、食物繊維は3回「りんご搾汁粕」60gから同様の方法で分離した。3回の分離で得られた食物繊維量は不溶性食物繊維17.62g、水溶性食物繊維3.14gであった。

(2) 合成色素の標準溶液の調整及び定量法

各食用色素(赤色2号, 赤色104号, 青色1号, 黄色5号, 緑色3号)の標準曲線を求めるために, 0, 10, 25, 50, 75, 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ の検量線用標準溶液を作製した。

まず, 各色素を100mgずつ正確にはかり, 水を加えて溶解し, 正確に100mlとし, 標準液(1000 $\mu\text{g}/\text{ml}$)を調製した。

次に, この各色素の標準溶液から0, 1.0, 2.5, 5.0, 7.5および10.0mlを正確にはかり, 水を加えてそれぞれを正確に100mlとし, 検量線用標準液(0, 10, 25, 50, 75, 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$)とした。この標準液を365nmで吸光度を測定して標準曲線を作製した。その標準曲線を図1, 2, 3, 4, 5に示した。

(3) 合成色素の食物繊維による吸収阻害測定法

図6に示した装置を用いて, 長さ約15cmの透析チューブに一定量の食物繊維と100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ の濃度の色素溶液10mlを入れて, 両端を固く縛り, これを蒸留水200mlに対しスターラーで攪拌しながら透析を行い, 経時的にビーカーから3.5mlを採取して, 比色計を用いて365nmの吸光度を測定し, 透析チューブ外に透析された色素量を検量線から求めた。

測定後, 採取した溶液は, ビーカー内に戻した。

結果及び考察

「りんご搾汁粕」の約150gより不溶性食物繊維17.62g, 水溶性食物繊維3.14gが得られた。

《各合成色素の標準曲線について》

既知濃度の各色素の標準曲線の結果は図1~5の通りで, どの色素もほぼ直線性を示した。最も緩い傾きを示したのは, 赤色104号で, 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ の濃度で, logの値が0.1293となり, 他の4色素(赤色2号, 青色1号, 黄色5号, 緑色3号)の同濃度

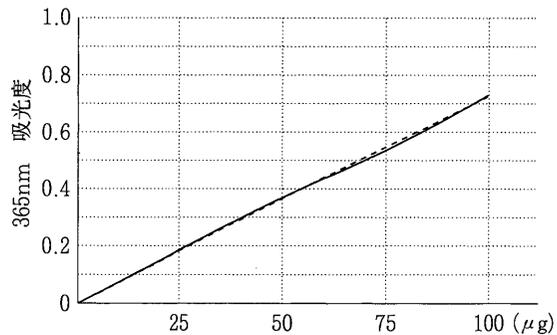


図1 【赤色2号】の標準曲線

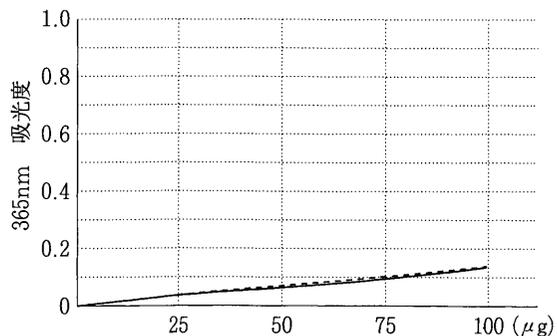


図2 【赤色104号】の標準曲線

の値と比較しても、かなり低い値を示した。このことから、赤色104号は $100\mu\text{g/ml}$ 以上の濃度を必要とすることが明らかとなった。

一方、最も高い傾きを示したのは、黄色5号で、 $100\mu\text{g/ml}$ の濃度で、 \log の値が0.8894となり、他の4色素(赤色2号、赤色104号、青色1号、緑色3号)の同濃度の値と比較しても、かなり高い値を示した。このことから、黄色5号は薄い濃度でも定量可能であることが明らかとなった。

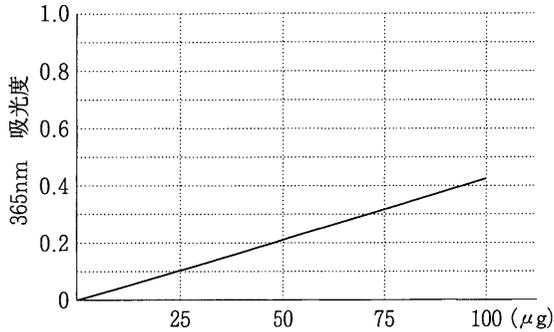


図3 【青色1号】の標準曲線

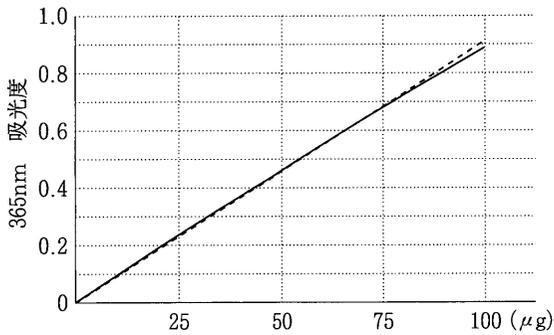


図4 【黄色5号】の標準曲線

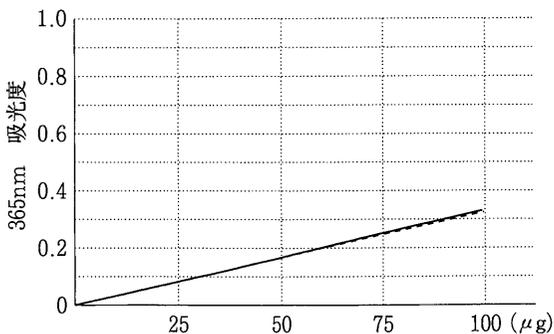


図5 【緑色3号】の標準曲線

以上の結果から、定量に必要な濃度は、赤色104号>緑色3号>青色1号>赤色2号>黄色5号の順に高くなることが明らかとなった。

《合成色素の吸収に及ぼす食物繊維の影響について》

(1) 不溶性食物繊維による影響

透析膜外液中の赤色2号の透過率の結果を図7に示した。実験開始30分後では、食物繊維200mgの平均値が一番高く、66.86 μg 、0.67%という値を示した。

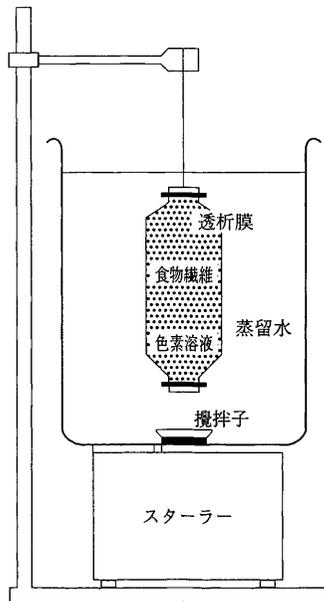


図6 実験装置

60分経過後でも食物繊維200mgの平均値が一番高く、95.15 μ g、0.95%であった。しかし、90分経過後を見ると、食物繊維100mgの平均値が135.72 μ g、1.36%と、食物繊維200mgの平均値の124.00 μ g、1.24%より高くなっていった。全体でも最も高い透過量、透過率を示しているのは、食物繊維100mgでの120分経過後で、その値は透過量158.29 μ g、透過率1.58%であった。

赤色104号の透過率を図8に示した。食物繊維の量が増加するに連れて、透析膜外に出てくる色素量も増加した。しかし、90分経過後には、食物繊維200mgの平均値が329.15 μ g、3.29%と食物繊維1,000mgの値309.14 μ g、3.09%を上回っていた。全体でも最も高い透過量、透過率を示しているのは、食物繊維1,000mgでの120分経過後で、その値は透過量389.14 μ g、透過率3.89%であった。

青色1号の透過率を図9に示した。30分経過後では、食物繊維200mgの平均値が42.57 μ g、0.43%と一番高い値を示し、食物繊維1,000mgの値は16.57 μ g、0.17%で、食物繊維100mgの平均値25.43 μ g、0.26%よりも低くなった。しかし、60分経過後を見ると、食物繊維1,000mgの値が57.14 μ g、0.57%と一番高くなった。90分経過後では、食物繊維200mgの平均値が再び一番高くなって、70.57 μ g、0.71%という値を示した。120分経過後、一番高い値を示したのは、食物繊維200mgの平均値で、透過量94.00 μ g、透過率0.94%で、全体で最も高い透過量、透過率を示した。

黄色5号の透過率を図10に示した。30分経過後では、食物繊維100mgの平均値が一番高い値を示し、134.29 μ g、1.35%であった。この時一番低い値を示したのは、食物繊維0mgの平均値で、65.72 μ g、0.66%であった。60、90、120分経過後では、いずれも食物繊維200mgの平均値が一番高くなった。一方、60、90、120分経過後で一番低い値だったのは、いずれも食物繊維1,000mgの値で、それらの値は、食物繊維200mgの平均値の約2分の1だった。全体で最も高い値を示したのは、120分経過後での食物繊維200mgの

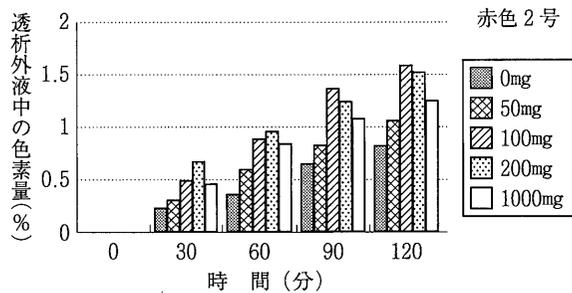


図7 不溶性食物繊維量及び時間経過が色素の吸収に及ぼす影響

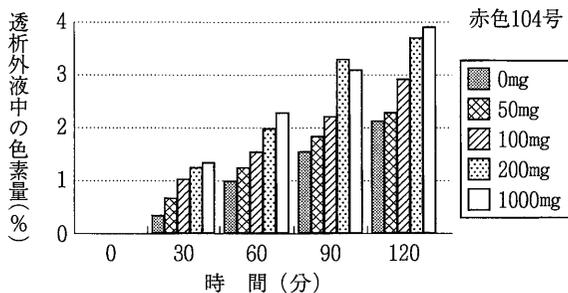


図8 不溶性食物繊維量及び時間経過が色素の吸収に及ぼす影響

平均値で、透過量397.15 μ g, 透過率3.97%であった。

緑色3号の透過率を図11に示した。30分経過後では、食物繊維1,000mgの値が一番高く38.29 μ g, 0.38%であった。この時に食物繊維0mgの平均値は、0 μ g, 0%と最も低い値を示した。60分経過後には、食物繊維200mgの平均値が一番高くなり、80.00 μ g, 0.80%であった。90分経過後も食物繊維200mgの平均値が一番高く129.15 μ g, 1.29%であった。120分経過後でも食物繊維200mgの平均値が一番高い値を示しており、透過量148.29 μ g, 透過率1.48%であった。

各色素を比較すると、透過量, 透過率が最も低かったのは青色1号で、透過率は1%未満であった。透過率が最も高かったのは、黄色5号の食物繊維200mgでの120分経過後の値で、3.94%であった。

(2) 水溶性食物繊維による影響

赤色2号の透過率を図12に示した。食物繊維の量が増加するに連れて、透析膜外に出てくる色素量も増加した。どの時間でも一番高い値を示したのは、食物繊維200mgの値であった。一方、どの時間でも一番低い値を示したのは、食物繊維0mgの値であった。全体で最も高い透過量, 透過率を示したのは、食物繊維200mgの120分経過後であり、その値は透過量175.43 μ g, 透過率1.75%であった。

赤色104号の透過率を図13

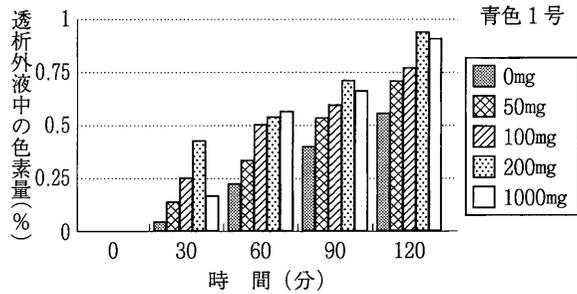


図9 不溶性食物繊維量及び時間経過が色素の吸収に及ぼす影響

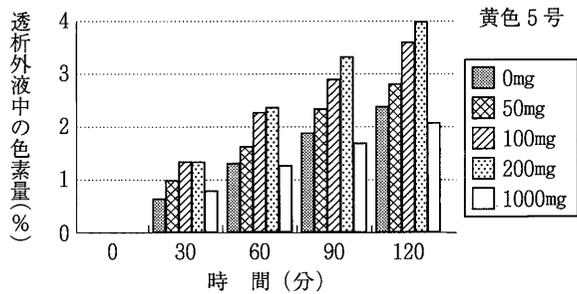


図10 不溶性食物繊維量及び時間経過が色素の吸収に及ぼす影響

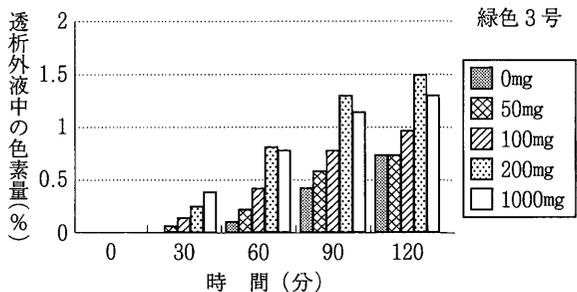


図11 不溶性食物繊維量及び時間経過が色素の吸収に及ぼす影響

に示した。食物繊維の量が増加するに従って、透析膜外の色素量も増加した。60分経過後を見ると食物繊維100mgの値と食物繊維200mgの値が一番高く、194.29 μ g、1.94%となった。しかし、90分経過後には、食物繊維200mgの値が一番高くなっており、229.71 μ g、2.30%であった。120分経過後では、食物繊維200mgの値が349.14 μ g、3.49%と一番高い値を示した。これは2番目に高い透過量を示した食物繊維100mgの値より100 μ g以上高い透過量で、全体で最も高い透過量、透過率を示した。

青色1号の透過率を図14に示した。食物繊維の量が増加するに従って、透析膜外に出る色素量も増加した。どの時間も、一番高い値を示しているのは、食物繊維200mgの値であった。一方、一番低い値を示しているのは、30分経過後では、食物繊維0mgの値と食物繊維50mgの値で、どちらの値も5.14 μ g、0.05%であった。60分経過後では、0mgの値で、20.00 μ g、0.20%であった。しかし、90分経過後では、食物繊維50mgの値が39.72 μ g、0.40%と食物繊維0mgの値の48.57 μ g、0.49%より低くなった。120分経過後では、再び食物繊維0mgの値が一番低くなっており、68.00 μ g、0.68%であった。全体で最も高い透過量、透過率を示したのは、食物繊維200mgの120分経過後で、その値は透過量154.29 μ g、透過率1.54%であった。

黄色5号の透過率を図15に示した。食物繊維の量が増加するに従って、透析膜外に出る色素量も増加した。全体で最も高い透過量、透過率を示したのは、食物繊維200mgの120分経過後で、その値は透過量408.57 μ g、透過率4.09%であった。

緑色3号の透過率を図16に示した。食物繊維の量が増加するに従って、透析膜外に出る色素量も増加した。どの時間でも、一番高い値を示したのは食物繊維200mgの値であった。一方、一番低い値を示したのは、30分経過後では、食物繊維0mgの値と食物繊維50mgの値で、どちらも11.15 μ g、0.11%であった。60分経過後では、食物繊維0mgの平均値で、30.29 μ g、0.30%であった。ところが、90分経過後では、再び食物繊維0mgの平均値と、食物繊維50mgの値が

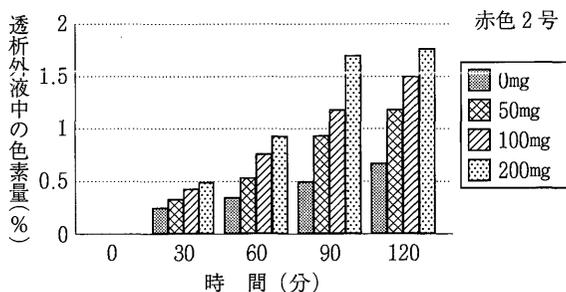


図12 水溶性食物繊維量及び時間経過が色素の吸収に及ぼす影響

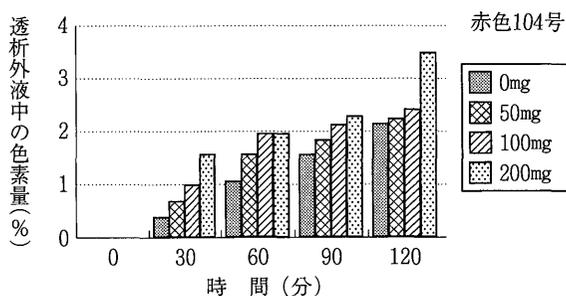


図13 水溶性食物繊維量及び時間経過が色素の吸収に及ぼす影響

並び、 $64.00\mu\text{g}$, 0.64% を示した。120分経過後では、食物繊維 0mg の値で、 $72.00\mu\text{g}$, 0.72% であった。全体で最も高い透過量、透過率を示したのは、食物繊維 200mg の120分経過後で、その値は透過量 $152.57\mu\text{g}$, 透過率 1.53% であった。

各色素を比較すると、緑色3号、青色1号、赤色2号、赤色104号、黄色5号の順に透過量、透過率が高くなった。最も高い透過率は、黄色5号の食物繊維 200mg の120分経過後で、 4.09% であった。

文 献

- 1) 「食物繊維」(第一出版株式会社): 印南敏/桐山修八編 P80~81, P89, P92, P99, P131, P186, P193, P215 (1982年)
- 2) 「食品添加物とつきあう方法」:(社団法人農山漁村文化協会)増尾清著 P79~80 (1987年)
- 3) 江頭祐嘉合, 筒井共成, 真田宏夫, 綾野雄幸
日本栄養・食糧学会誌, vol.45 (5) 449~452 (1992)
- 4) 「栄養素の吸収に及ぼす食物繊維の影響」黒氏理恵子 1992年度卒業論文
- 5) 「食物繊維による食品添加物(着色料)の吸収阻害について」馬場知子 1993年度卒業論文
- 6) 「食物繊維による食品添加物(着色料)の吸収阻害について」入野知子 1993年度卒業論文

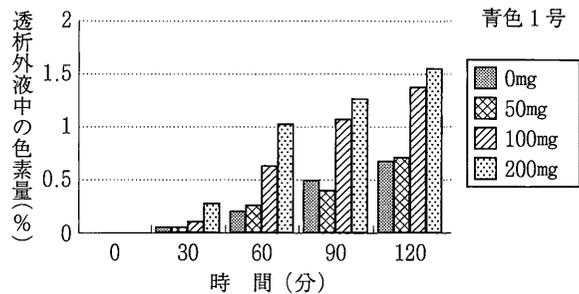


図14 水溶性食物繊維量及び時間経過が色素の吸収に及ぼす影響

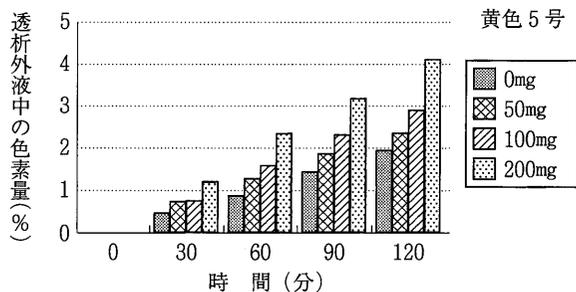


図15 水溶性食物繊維量及び時間経過が色素の吸収に及ぼす影響

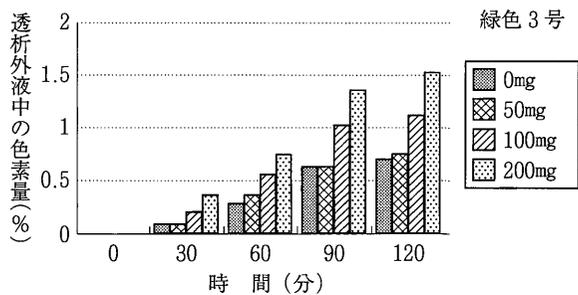


図16 水溶性食物繊維量及び時間経過が色素の吸収に及ぼす影響