

# 食用藍の機能性成分に関する研究

四国大学生生活科学部管理栄養士養成課程

教授 近藤 真紀

## I. 概要

【目的】生活習慣病が問題となっている今日、食品の安全性や効果に対する関心は高まっている。さらに近年、食品表示法の施行によって食品の機能性表示が可能となり、食品が持つ様々な機能性成分が注目されつつある。したがって既存の食品の新しい機能性成分や効果を見つけることができれば、より食品への関心は高まると考えられる。徳島では古くから染色用の藍に親しみがあるが、最近の研究では、藍には抗酸化作用をもつポリフェノールやトリプタンスリンという抗菌物質が含まれていることが明らかにされており、健康維持や疾病予防などの点から藍の機能性に注目が集まりつつある。

我々の研究室では、徳島県の特産品である藍の機能性について着目しており、30%脂肪食（標準粉末飼料）に食用藍を1.0%添加して6週間投与したラットで、体重増加抑制、腹腔内脂肪重量の減少、血清グルコースや血清脂質の有意な低下が起ることを見出している。しかし、標準粉末飼料にポリフェノールが混入していることも考えられることから、本研究では、AIN-93G（ポリフェノールを含まない飼料）を用いて藍ポリフェノールが直接関与しているのか検討した。

【方法】12週齢のウイスター系雄ラット18匹を4群に分け、AIN-93Gを投与するC群、AIN-93Gにラードを添加した30%脂肪食投与群をHF群、また30%脂肪食にそれぞれ1.0%、1.5%の藍葉粉末を添加した食餌群をそれぞれLP、MP群とした。各食餌と水は、6週間にわたり自由に摂取させて飼育した。この間、体重測定は週3回、摂食量測定は週4回実施した。投与6週目に小動物用代謝計測システムMK-5000（室町機械KK）を用いて、エネルギー代謝量を測定した。各群のラットを、食餌と水をセットしたチャンバー内に入れ、流量3ml/分の条件下で2匹ずつ24時間にわたり、酸素消費量と二酸化炭素産生量およびRQについて自動計測した。

また解剖前日には、24時間絶食とし水のみ投与した。ペントバルビタール麻酔下で開腹し、5ml程度採血した。この血清を用いて各種成分を、富士ドライケム3030（富士メディカルシステムKK）を用いて測定した。また腹腔内脂肪（腎臓周囲、腸間膜、副睾丸周囲脂肪）、各臓器を採取して湿重量を測定した。

結果については一元配置分散分析後、Tukeyの方法による多重比較検定を行った。有意水準は危険率5%以下とした。

【結果および考察】体重変化についてみると、C群に比べてHF群の体重は有意に高くなるが、藍葉を添加して投与したLP群は体重の増加抑制がみられC群と変わらな

かった。しかしMP群は藍の添加量が多いにもかかわらず体重の増加抑制はわずかし  
か認められなかった。腹腔内脂肪重量については、HF群はC群と比べて増加する  
が、LP群で有意差はないものの、減少する傾向が認められた。しかし、MP群はHF  
群と変わらず、腹腔内脂肪重量の減少は認められなかった。血清トリグリセリドは、  
LP群、MP群ともにHF群よりも有意に低値を示した。また総コレステロールはとく  
にLP群でHF群よりも低下しており、藍葉は血清脂質の改善に関わることが示唆さ  
れた。また藍葉の効果がよく現れるは、1.0%の濃度で添加した場合であることが分か  
った。

24時間にわたるエネルギー代謝量の変動をみると、4群とも二層性の変化が認められ、  
暗期（ラットの活動期）に高くなっていた。C群と比較して、HF群は全体的に代謝が  
低くなっていたが、藍葉添加食群のLP群とMP群は、明期も暗期もHF群より代謝が  
高く、LP群は18%、MP群は24%高値を示し、C群と同程度にまで亢進していた。

以上の結果から、藍葉ポリフェノールは、エネルギー代謝を亢進することで、腹腔内  
脂肪重量を低下させ、体重増加を抑制する効果をもつことが示唆された。我々は藍葉に  
はインディルビンとケンフェロールが多く含まれていることを見出しているが、どちら  
のポリフェノールが影響を及ぼしているのか、またその他の未知の成分が関与している  
のか、今後検討していく予定である。

## II. 序論

近年わが国では、急速な経済発展に伴って生活水準が向上し、社会経済情勢がめま  
ぐるしく変化するとともに、食の外部化などの食の多様化が大きく進展した。また食に  
関する情報が社会に氾濫し、情報の受け手である国民が食に関する正しい情報を適切に  
選別し活用することが困難な状況も見受けられるなど、健全な食生活が失われつつある。  
今や我が国の食をめぐる現状は危機的な状況を迎えていると言っても過言ではない。た  
とえば、脂質の過剰摂取や野菜の摂取不足、朝食の欠食に代表されるような栄養の偏り  
や食習慣の乱れによって、肥満や生活習慣病の増加がみられるようになってきている。  
糖尿病、高血圧症、脂質異常症などを放置しておく、動脈硬化が急速に進み、循環器  
病やその他重症の合併症に進展するおそれがあるとともに、65歳以上の要介護の原因  
にもなっている。生活習慣病は、今や健康長寿の最大の阻害要因となるだけでなく、国  
民医療費にも大きな影響を与えており、食習慣を改善し、生活習慣病の予防に取り組ん  
でいく必要があると考える。

徳島県は、藍染料の産地として最も有名である。藍はインジゴの名の通りインドを原  
産地とするタデ科の植物で、日本には7世紀ごろに中国、朝鮮半島、日本海を経て、染  
織技術とともに染色用として伝わったとされている。日本への入国当初は、全国各地で  
栽培されていたが、徳島県にのみ残存し評価されるに至ったのは、気候や風土が適し、  
藩主が指導育成に力を入れていた結果とはいえ、その品質は最も良いとされている。し

かし、この日本の藍染は明治時代に入り、藍産業を脅かすインド藍（沈殿藍）の輸入、ドイツで開発された合成藍の輸入により、急速に姿を消していったが、徳島県では現在も県の特産品として栽培が続けられている。

一方、藍は薬用植物としても知られている。その歴史は古く、中国や日本に昔から伝わる薬学書、『本草綱目』『神農本草経』『本草拾遺』『開宝本草』といった書物には、藍の利用法や効果、効能が記されている。中国医学では、藍の葉を大青葉、根を板藍根という名前で用いられてきた。どちらも漢方では、解熱、抗炎症、抗菌、抗ウイルス作用があるといわれている。しかし、科学的根拠が示されているわけではない。

近年になって、藍は、がんや動脈硬化などの生活習慣病の原因となる活性酸素を消去する能力をもつポリフェノールを含んでいることが報告されるようになった。2014年に我々の研究室では、成熟雄ラットに藍葉粉末を添加した飼料を4週間投与すると、腹腔内脂肪重量（腎臓周囲、腸管膜、副睾丸周囲脂肪）については、有意差は認められなかったが、2.5%藍添加食群で14%ほど低下し、血清トリグリセリドは1.0%、2.5%藍添加食群で、それぞれC群よりも46%、38%、有意( $p<0.05$ )に低下することを見出した。また2015年には血糖値への影響をみるため、成熟ラットに30%脂肪食を6週間投与して肥満ラットを作成して血糖値を上昇させ、藍葉添加高脂肪食群で血糖値にどのような影響が現れるか観察し、あわせて藍葉に含まれるポリフェノールの分析を行った。

2014年、2015年に使用した標準粉末飼料中にポリフェノールが含まれている可能性があるため、本研究ではポリフェノールを全く含まないAIN-93Gをベースとした飼料を用いて、藍葉ポリフェノールの影響について観察することにした。

### III. 本文

12週齢のウイスター系雄ラット18匹を4群に分け、AIN-93Gを投与する対照群、AIN-93Gにラードを添加した30%脂肪食投与群をHF群、また30%脂肪食にそれぞれ1.0%、1.5%の藍葉粉末を添加した食餌群をそれぞれLP、MP群とした。各食餌と水は、6週間にわたり自由に摂取させて飼育した。この間、体重測定は週3回、摂食量測定は週4回実施した。また解剖前日には、24時間絶食とし水のみ投与した。ペントバルビタール麻酔下で開腹し、5ml程度採血した。この血清を用いて各種成分を、富士ドライケ

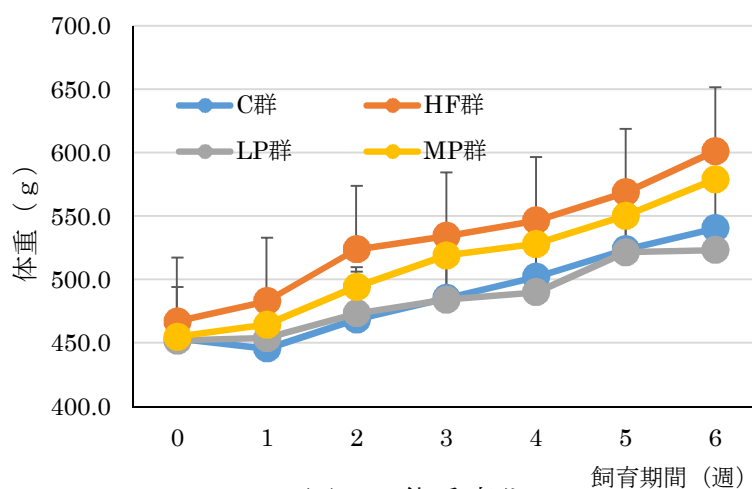


図1 体重変化

ム 3030 (富士メディカルシステム KK) を用いて測定した。また腹腔内脂肪 (腎臓周囲、腸間膜、副睪丸周囲脂肪)、各臓器を採取して湿重量を測定した。結果については一元配置分散分析後、Tukey の方法による多重比較検定を行った。有意水準は危険率 5%以下とした。

図 1 には体重変化を示した。C 群 (対照群) と比べると、HF 群の体重増加は著しかった。高脂肪食を摂取しているため総摂取エネルギーが多いことが原因である。しかし、高脂肪食に藍葉を添加すると体重増加は抑制され、特に LP 群で顕著であり C 群の体重変化とよく似ていた。しかし、藍葉の添加量が多い MP 群では体重増加抑制は少なかった。このことから、藍葉の効果を得るための最適濃度は 1.0%であることがわかった。

表 1 には、体重 100g 当たりの臓器重量を示した。肝臓、腎臓、胃の重量は 4 群間で有意差は認められなかった。また小腸粘膜重量は、MP 群で高い傾向がみられたが、有意差はなかった。しかし、膵臓重量が HF 群よりも MP 群で有意に低値を示した。

腹腔内脂肪重量について、HF 群、LP 群、MP 群の 3 群で比較した。体重 100g 当たり重量で比較すると、副睪丸周囲脂肪重量は 3 群間で差は認められなかったが、図 2 に示すように腎臓周囲脂肪重量は LP 群で有意に低下していた。また腸管膜脂肪重量も LP 群で有意に低下しており、藍葉には内臓脂肪の減少効果があることが示唆された。

血清成分について比較してみると、グルコースは LP 群でやや低くなるものの、有意

表 1 臓器重量の比較

	膵臓 (g/100g BW)	肝臓 (g/100g BW)	腎臓 (g/100g BW)	胃 (g/100g BW)	小腸粘膜 (g/100g BW)
C 群	0.175±0.011 <sup>ab</sup>	2.482±0.128	0.543±0.055	0.425±0.048	0.945±0.244
HF 群	0.199±0.010 <sup>ab</sup>	2.287±0.051	0.528±0.030	0.441±0.063	1.120±0.118
LP 群	0.155±0.038 <sup>ab</sup>	2.405±0.100	0.547±0.032	0.419±0.051	1.127±0.120
MP 群	0.148±0.013 <sup>a</sup>	2.493±0.217	0.553±0.100	0.395±0.025	1.266±0.130

数値は平均値±標準偏差、異なるアルファベットは有意差があることを示す (p>0.05)

差は認められなかった。また総コレステロールも LP 群で低下する傾向が認められたが、有意差は認められなかった。血清トリグ

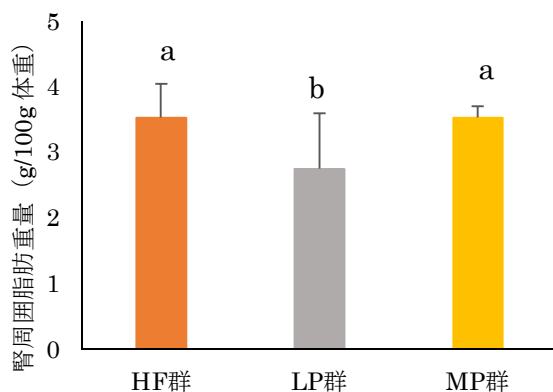


図 2 腎臓周囲脂肪重量の比較

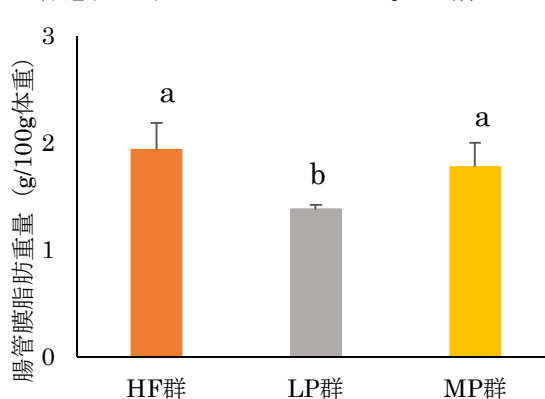


図 3 腸管膜脂肪重量の比較

リセライドは図 4 に示す通り、高脂肪食をベースにしているが LP 群、MP 群で有意に低くなっており、C 群と同程度であった。また

血清 HDL-コレステロールは、HF 群に比べ藍葉添加食で有意に高くなることが分かった。(図 5)

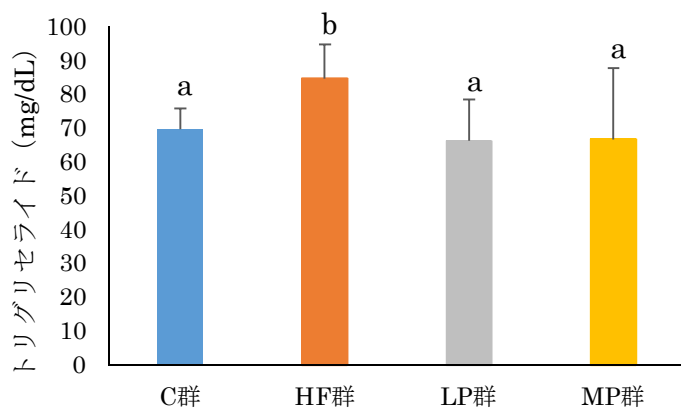


図 4 血清トリグリセリド

これらのことから、藍葉には血清脂質の改善効果があることが示唆された。

次に、エネルギー代謝について観察してみた。小動物用代謝計測システム MK-5000 (室町機械 KK) を用いて測定した。各群のラットを、各食餌と水をセットしたチャンバー内に入れ、流量 3ml/分の条件下で 2 匹ずつ 24

時間にわたり、酸素消費量と二酸化炭素産生量および RQ について自動計測した。その結果は図 6 に示した。グラフ横軸の黒いバーは暗期でありラットの活動期に相当する。

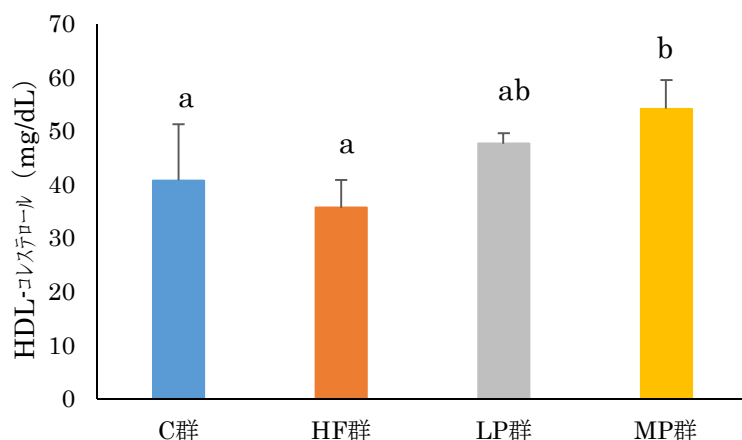


図 5 血清HDL-コレステロール

4 群とも二層性の変化が認められ、明期に低く暗期に高くなっていた。

HF 群は 4 群の中で代謝が最も低いことが分かった。しかし LP 群、MP 群の代謝量は C 群と変わらないレベルにまで亢進していた。

図 7 には暗期 (活動期) のエネルギー代謝量 (12 時間の平均値) を示した。HF 群は高脂肪食を投与しているため、体脂肪量も多くエネルギー代謝量も C 群に比べて 20% ほど有意に低下していた。しかし、藍葉を添加したグループ (LP 群、MP 群) はエネルギー代謝量が C 群のレベルにまで回復していた。このことから、藍葉はエネルギー代謝を亢進させることで腹腔内脂肪を減少していたことが分かった。

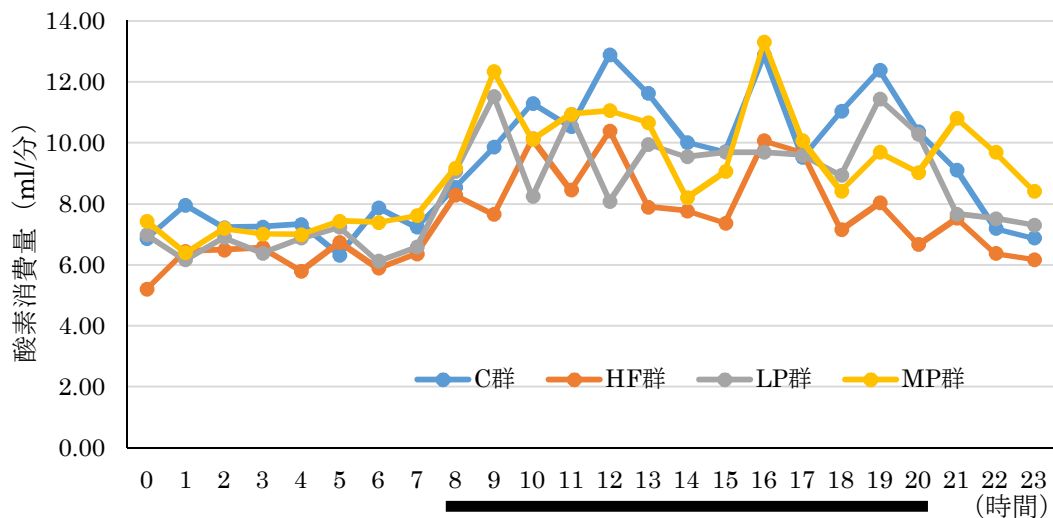


図6 エネルギー代謝量の比較

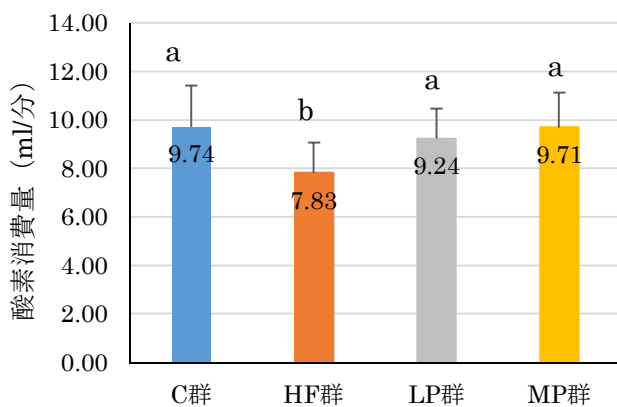


図7 暗期のエネルギー代謝量

表2には藍葉中のポリフェノールの分析結果を示した。とくに、ケンフェロールとインディルビンが多く含まれていることから、藍葉添加食群でみられた効果は、これらのポリフェノールが関与しているものと推察される。一方のポリフェノールが関与しているのか、あるいは両者による影響なのか、また測定できなかった未知のポリフェノールが関与しているのかについては、今後検討していく予定である。

表2 藍葉中のポリフェノール

分析項目	分析値 (100g 当たり)
ケルセチン	2.5mg
ケンフェロール	24.0mg
カフェイン酸	2.0mg
インディルビン	21.0mg
タンニン (タンニン酸として)	2.05g
ポリフェノール	2.41g

#### IV. 結論

藍葉添加食を6週間投与したラットで、以下の結果が得られた。

- 1) 体重増加抑制がみられた。
- 2) 臓器重量については4群間でほとんど差は認められなかったが、脾臓重量が HF 群よりも MP 群で有意に低値を示した。これについては検討する予定である。
- 3) 腹腔内脂肪重量について、HF 群、LP 群、MP 群の3群で比較した。腎臓周囲脂肪重量は LP 群で有意に低下していた。また腸管膜脂肪重量も LP 群で有意に低下しており、藍葉には内臓脂肪の減少効果があることが示唆された。
- 4) 血清トリグリセライドは、高脂肪食ベースの藍葉添加食群で有意に低くなっており、C 群と同程度となった。また、血清 HDL-コレステロールは、HF 群に比べ藍葉添加食で有意に高くなることが分かった。このことから、藍葉には血清脂質改善効果があることが示唆された。
- 5) HF 群は4群の中でエネルギー代謝が最も低いことが分かった。しかし LP 群、MP 群の代謝量は C 群と変わらないレベルにまで亢進していた。このことから、藍葉はエネルギー代謝を亢進させることで腹腔内脂肪を減少していたことが分かった。
- 6) AIN-93G (ポリフェノールを含まない飼料) を用いた実験結果から、上述の効果はすべて、藍葉ポリフェノールが直接関与していたものと考えられる。
- 7) 藍葉ポリフェノール分析をさらに行い、どの成分が影響を及ぼしているのか解明する予定である。

本研究成果は、徳島県の糖尿病問題を解消するだけでなく、生活習慣病予防あるいは生活習慣病の重症化予防にもつながるものと考えられる。

本研究の一部は、第71回日本栄養・食糧学会大会(2017年5月20日、於 沖縄)にて発表予定である