

県産ハーブを用いた保健機能食品の開発に関する研究

—県産スウィートバジルのミネラル吸収度に及ぼす施肥法の影響—

水江智子*・山本展久*・佐野一成*・樋田宣英*・中本芳嗣**・平山孝行**・望月聡***

*材料科学部・**農業技術センター茶業特産部・***大分大学教育福祉科学部

The Development of Functional Foods Using Herbs Cultivated in Oita

—Effects of Fertilization on Mineral Absorbency of Sweet Basil—

Satoko MIZUE*・Nobuhisa YAMAMOTO*・Kazunari SANO*・Nobuhide HIDA*

Yoshitsugu NAKAMOTO**・Takayuki HIRAYAMA**・Satoshi MOCHIZUKI ***

*Materials Science and Technology Div.

**Division of Tea and Industrial Corps, Oita Prefectural Agricultural Research Center

***Faculty of Education and Welfare Science, Oita University

要旨

ハーブ中のカルシウムおよび鉄含有量を指標にし、それらミネラル含有量が施肥法によってコントロールできるか、またハーブを「栄養機能食品」素材として安定的に供給できるかの2点について、栽培面と栄養面から検証した。

その結果、試験対象としたスウィートバジルでは、カルシウムおよび鉄の土壤施肥量の違いによる生育・収穫量の差は認められなかった。また、植物体のカルシウム・鉄含有量は土壤の施肥量に対して正の相関関係は認められず、逆に過剰な鉄剤の施肥によりカルシウムの吸収が抑制されるという傾向が見られた。更に、収穫初期における幼植物段階ではカルシウム含有量が著しく高い現象（ぜいたく吸収）が認められた。また、ラットを用いた動物実験により、飼料として用いたスウィートバジル中の鉄含有量の違いが、貧血の改善効果に差違をもたらすということが明らかとなった。

1. はじめに

近年の健康志向の高まりから、食品の機能性に関心が集まっているが、厚生労働省ではこうした消費者ニーズを考慮し、正しい情報提供を行うとともに、安全性や有効性の確かな食品が選択できるようにと、2001年4月に新たに「保健機能食品制度」を施行した。この中には「特定保健用食品」と「栄養機能食品」が設けられており、現段階で特定保健用食品認可商品は334品目に達し（2003年3月現在：厚生労働省）、栄養機能食品・一般の健康食品も含め市場は巨大化と競争激化の様相を深めている。

また、近年の日本人の食生活における特徴として、「脂肪のエネルギー比が大きい」、「動物性脂肪の摂取量が植物性脂肪よりも多い」、「魚、野菜、果物の摂取量が少ない」、「食塩摂取量が多い」などがあげられるが、その結果として生活習慣病の多発が認められており、高度経済成長時代の半ば以降、日本の繁栄のなかで生まれ育った世代に、とくにこの傾向が懸念されている。

更に、もう一つ特徴的な現象が新しいタイプの「栄養

失調」である。若い女性のダイエット志向がその典型例だが、主に食の偏りや朝食抜きの食生活、加工食品中心でカロリー過多の食生活が原因で必須栄養素の必要量が摂取されていない可能性が高く、体の不調を訴える現象が問題となっている。高齢者、要介護者、独居者などでも同様の傾向が懸念されている⁽¹⁾。

このような状況の中創設された「保健機能食品制度」における「栄養機能食品」は、必須栄養素であるミネラル2種類、ビタミン12種類について一定の基準を満たしていればよいとする（Table 1）新しい食品群のことである。前記のような新しいタイプの「栄養失調」の人、あるいは、その可能性を持っている人が目的の栄養成分を補給するためのもので、すでにヒトに対するその生理機能の科学的証明が確立されているため、消費者にとっては利用しやすいものである。

更に、これまでの我々の研究^{(2)~(4)}により、県産ハーブの抗酸化活性や成分特性が明らかにされ、「栄養機能食品」素材の絞り込みが進みつつある。

本研究では、「栄養機能食品」のターゲットとなって

いるカルシウムと鉄を指標にし、大分県産ハーブのそれぞれの含有量が最も多くなる条件の検索を目的に、栽培試験を実施し、「栄養機能食品」素材となりうるかどうか、栽培面と栄養面の2点について検証した。栽培試験を大分県農業技術センターが、成分分析および総括を当センターが、ラットを用いた動物実験による機能性評価試験を大分大学が担当した。

Table 1 栄養機能食品表示許可基準

●ミネラル類

名称	栄養機能表示	上限値	下限値
カルシウム	カルシウムは、骨や歯の形成に必要な栄養素です。	600mg	250mg
鉄	鉄は、赤血球を作るのに必要な栄養素です。	10mg	4mg

●ビタミン類

名称	栄養機能表示	上限値	下限値
ナイアシン	ナイアシンは、皮膚や粘膜の健康維持を助ける栄養素です。	15mg	5mg
パントテン酸	パントテン酸は、皮膚や粘膜の健康維持を助ける栄養素です。	30mg	2mg
ビオチン	ビオチンは、皮膚や粘膜の健康維持を助ける栄養素です。	500 μg	10 μg
ビタミンA	ビタミンAは、夜間の視力の維持を助ける栄養素です。ビタミンAは、皮膚や粘膜の健康維持を助ける栄養素です。	600 μg	180 μg
ビタミンB1	ビタミンB1は炭水化物からのエネルギー生産と皮膚や粘膜の健康維持を助ける栄養素です。	25mg	0.3mg
ビタミンB2	ビタミンB2は、皮膚や粘膜の健康維持を助ける栄養素です。	12mg	0.4mg
ビタミンB6	ビタミンB6は、タンパク質からのエネルギー生産と皮膚や粘膜の健康維持を助ける栄養素です。	10mg	0.5mg
ビタミンB12	ビタミンB12は、赤血球の形成を助ける栄養素です。	60 μg	0.8 μg
ビタミンC	ビタミンCは、皮膚や粘膜の健康維持を助けるとともに、抗酸化作用を持つ栄養素です。	1000mg	35mg
ビタミンD	ビタミンDは腸管でのカルシウムの吸収を促進し、骨の形成を助ける栄養素です。	50 μg (200IU)	0.9 μg (35IU)
ビタミンE	ビタミンEは、抗酸化作用により、体内の脂質を酸化から守り、細胞の健康維持を助ける栄養素です。	150mg	3mg (35IU)
葉酸	葉酸は、赤血球の形成を助ける栄養素です。葉酸は、胎児の正常な発育に寄与する栄養素です。	200 μg	70 μg

※上限値・下限値については、1日当たりの摂取目安量に含まれる成分量が上・下限値内にあることを基準とする

2. 実験方法

2.1 栽培試験

スウィートバジルについての詳細な栽培方法については以下に示す。施肥量の異なる計12試験区(Table 2)で栽培試験を実施した。栽培期間中、試験区毎に生育・収量調査を行い、土壌理化学性(pH, EC, CaO)についても

適宜計測した。収穫の基準は、通常行われている方法に則り、1週間に1回展開葉4節になった時点で上部展開葉2節(対生のため4枚)の直下でカットすることとした。収穫したスウィートバジルは、湿度35%、室温20℃の乾燥室にて14日間通風乾燥して恒重量とした後、その風乾物重量を計測し、分析に供した。

・実施場所：農業技術センター茶業特産部圃場

(三重町) 標高150m地点

・供試土壌：黒ボク土

・試験規模：1区9m²

(畦幅1.5m×株間0.4m 2条植 30株)

・栽培概要：●栽植密度；3333株/10a

●元肥；N 5kg/10a

P₂O₅ 5kg/10a

K₂O 5kg/10a

●畦被覆；黒ポリマルチ

●定植；平成14年7月3日

●収穫；平成14年7月31日～9月30日

・施肥内容：

●Ca(消石灰) Ca1；Ca飽和度60%(石灰無施用)

Ca2；Ca飽和度80%(300kg/10a)

Ca3；Ca飽和度100%(600kg/10a)

Ca4；Ca飽和度120%(800kg/10a)

●Fe(キレート鉄) Fe1；無施用

Fe2；4kg/10a(元肥)

Fe3；8kg/10a

(元肥4kg/10a+追肥4kg/10a)

(追肥日；8/27)

Table 2 試験区の構成

	Ca1	Ca2	Ca3	Ca4
Fe1	Ca1Fe1	Ca2Fe1	Ca3Fe1	Ca4Fe1
Fe2	Ca1Fe2	Ca2Fe2	Ca3Fe2	Ca4Fe2
Fe3	Ca1Fe3	Ca2Fe3	Ca3Fe3	Ca4Fe3

2.2 成分分析

試験区毎に乾燥したスウィートバジル葉を灰化後塩酸分解し、CaおよびFeの濃度をプラズマ発光分光分析(島津製作所 ICPS-8100)により測定した。同時に試料の含水率を測定し⁽⁵⁾、結果は全て無水物に換算した。

2.3 動物実験による機能性評価

2.3.1 スウィートバジルの骨粗鬆症改善作用

カルシウムの含有量の異なるスウィートバジル乾燥物をラット用飼料に10%添加し、骨粗鬆症モデルラットに給餌して症状の改善効果について検討を加えた。

実験には卵巣を摘出した後、カルシウム欠乏食を 24 日間与えられた骨粗鬆症モデルラットを用いた。それら 18 匹のラットを 1 群 6 匹 3 群のバジル L 群, M 群および H 群として、カルシウム含有量の異なるスイートバジル (Table 3) を 10% 添加した飼料を 15 日間自由摂取させた。飲料水としては脱イオン水を与え、その間体重増加量、飼料摂取量を調べた。飼育後 1 日絶食させたラットの血液、肝臓、大腿骨について調べ、骨粗鬆症改善効果について検証した。

Table 3 飼料添加スイートバジル成分(Ca)

群名	カルシウム含有量
Basil(L)	2225 (mg)
Basil(M)	2356
Basil(H)	2631

※無水物スイートバジル 100g あたり

2.3.2 スウィートバジルの貧血改善作用

鉄の含有量の異なるスイートバジル乾燥物をラット用飼料に 10% 添加し、鉄欠乏性貧血ラットに給餌して症状の改善効果について検討を加えた。

実験には鉄欠乏食を 32 日間与えられた鉄欠乏性貧血ラットを用いた。それら 18 匹のラットを 1 群 6 匹 3 群のバジル L 群, M 群および H 群として、鉄含有量の異なるスイートバジル (Table 4) を 10% 添加した飼料を 22 日間自由摂取させ、その間体重増加量、飼料摂取量を調べた。その後 1 日絶食させたラットの血液、肝臓、脾臓について調査し、貧血改善効果について検証した。

Table 4 飼料添加スイートバジル成分(Fe)

群名	鉄含有量
Basil(L)	12.7 (mg)
Basil(M)	16.2
Basil(H)	19.2

※無水物スイートバジル 100g あたり

3. 結果および考察

3.1 栽培試験結果

供試 (導入) 苗が不揃いであったことや植え付け時期が 2 ヶ月近く遅れたこと、2 度の台風に見舞われたことなどにより、枯死株や生育不良株が発生し、試験区による差よりも個体間による生育のバラツキが大きく、データの取り扱いが非常に困難であったが、収穫終了後の地上部重 (生) と収穫重量 (風乾) には強い相関 ($r=0.85$) が認められた。また、収穫量は、分枝数が増えるに従っ

て増加した。

しかしながら、Ca1~4 試験区 (カルシウム飽和度 60~120%) では、生育・収量の違いは認められなかった (Fig.1)。つまり、カルシウム飽和度 120% でも生育抑制反応は認められず、スイートバジルは石灰の過剰施肥には強いと推察された。

更に、鉄の土壌施肥の有無による収量差も認められなかった (Fig.2)。また、鉄追肥による過剰障害もなかった。

各試験区の土壌の pH は定植 50 日後と 93 日後では変化が見られなかった。カルシウム飽和度は、定植 50 日後の時点で各試験区とも 20% 弱の低下が見られたが、93 日後では大きな変化は見られなかった。

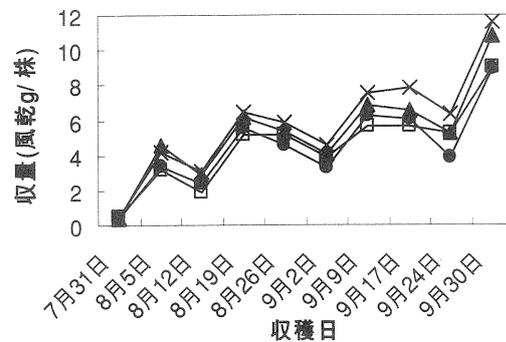


Fig.1 カルシウム施肥量と収量の推移

● Ca1Fe* ▲ Ca2Fe*
 □ Ca3Fe* × Ca4Fe*

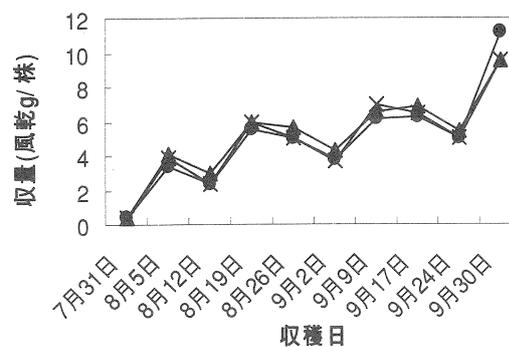


Fig.2 鉄施肥量と収量の推移

● Ca*Fe1 ▲ Ca*Fe2 × Ca*Fe3

3.2 施肥量とスイートバジルの成分の関係

カルシウムおよび鉄の施肥量がスイートバジル中のカルシウムおよび鉄の含有量に及ぼす影響について検討した結果、カルシウムおよび鉄の施肥量増加によりそれぞれの植物体含有量が増加する比例傾向は確認できなかった。 (Fig.3, Fig.4)

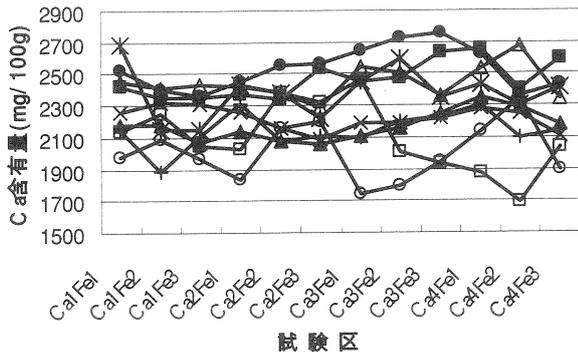


Fig. 3 バジル中のカルシウムの変化 (無水物)

● 8月5日 ■ 8月12日 ▲ 8月19日
○ 8月26日 □ 9月2日 △ 9月9日
× 9月17日 + 9月24日 * 9月30日

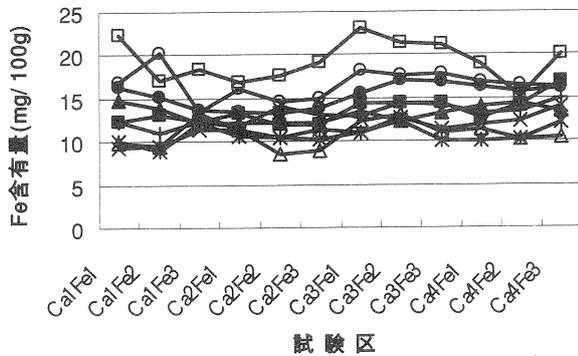


Fig. 4 バジル中の鉄の変化 (無水物)

● 8月5日 ■ 8月12日 ▲ 8月19日
○ 8月26日 □ 9月2日 △ 9月9日
× 9月17日 + 9月24日 * 9月30日

しかしながら、鉄の施肥量が多くなるにつれてスイートバジル中のカルシウム含有量が減少する傾向が認められた。すなわち、鉄剤の施肥によりカルシウムの吸収が抑制された。(Fig. 5, Fig. 6)

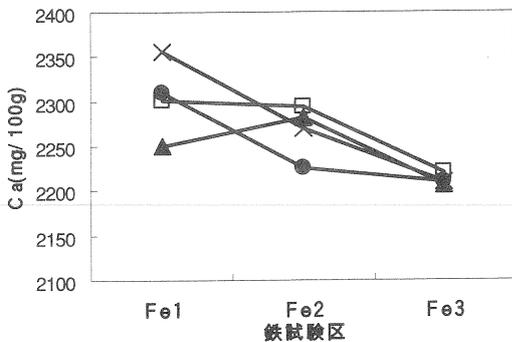


Fig. 5 鉄の施肥量がカルシウム含有量に及ぼす影響

● Ca1 ▲ Ca2 □ Ca3 × Ca4

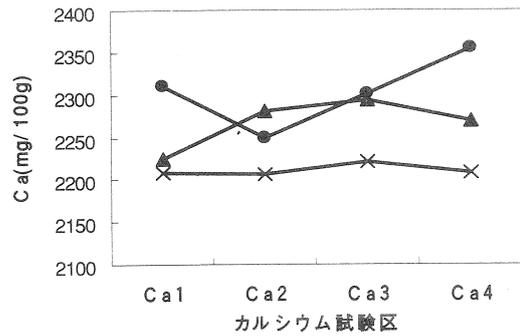


Fig. 6 カルシウムの施肥量がカルシウム含有量に及ぼす影響

● Fe1 ▲ Fe2 × Fe3

一般に植物は、培地の養分が多い場合には特定の養分を生理的に必要な量以上に吸収することがあり、これを“ぜいたく吸収”という。今回のスイートバジルの実験においても、全試験区においてカルシウムの含有量が8月5日と12日の両日収穫分で顕著に高く(定植日7月2日)、幼植物段階でよく見られるとされているぜいたく吸収による現象であると推察された。つまり、カルシウム含有量の多い高品質なスイートバジルは、収穫時期を限定し、カルシウム分過剰施肥法の導入により可能になると考えられた(Fig. 7)。

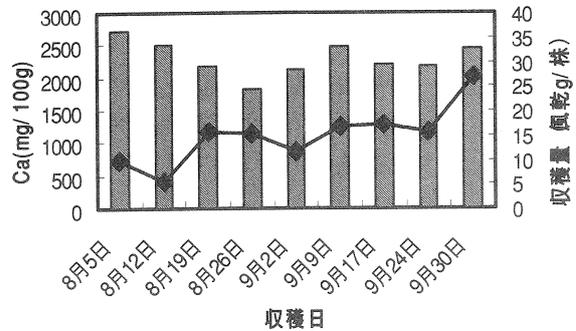


Fig. 7 収穫量とカルシウム含有量の推移 (Ca3Fe*)

■ Ca含有量 ◆ Ca3収穫量

3.3 動物実験による機能性評価試験結果

3.3.1 スイートバジルのカルシウム濃度がラットの骨粗鬆症改善効果に及ぼす影響

骨粗鬆症改善効果の指標となる大腿骨破断強度の結果を Fig. 8 に示す。

骨破断強度はバジルM群およびH群はほぼ同じ値を示し、バジルL群に比べ有意差は認められなかったものの高い値を示した。すなわち、スイートバジル中に含まれるカルシウム含有量に応じて、骨粗鬆症改善効果が

異なる可能性があると考えられた。

今回試験に用いたスイートバジルは、栽培試験区によるカルシウム含有量の差が小さかったため、骨粗鬆症改善効果も有意差のある結果とはならなかった。

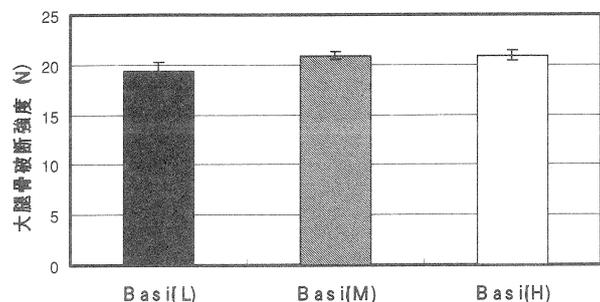


Fig.8 スイートバジルが骨粗鬆症モデルラットの
大腿骨破断強度に及ぼす影響

3.3.2 スイートバジルの鉄濃度がラットの鉄欠乏性貧血に及ぼす影響

貧血改善効果の指標となる血液中のヘモグロビン濃度の結果を Fig.9 に、ヘマトクリット（全血に対する血液固形成分の割合）の結果を Fig.10 に示す。

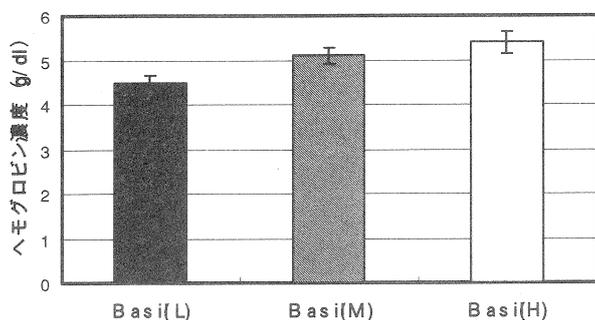


Fig.9 スイートバジルが貧血ラットの
ヘモグロビン濃度に及ぼす影響

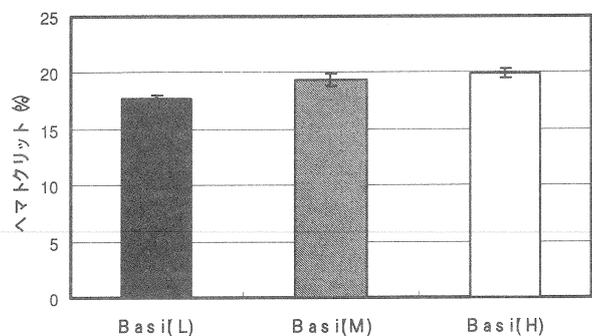


Fig.10 スイートバジルが貧血ラットの
ヘマトクリットに及ぼす影響

ヘモグロビン濃度は鉄含有量の増加に伴い段階的に上昇する傾向が認められ、バジルM群およびH群はバジルL群に比べ有意に増加した。また、ヘマトクリットもヘモグロビン濃度と同様の傾向が認められた。すなわち、スイートバジル中に含まれる鉄含有量に応じて、鉄欠乏性貧血改善効果が異なるということが期待できる。

4. まとめ

「栄養機能食品」素材として、カルシウムおよび鉄をより多く含むスイートバジルが栽培可能か検証したところ、以下の知見が得られた。

- 1.カルシウム・鉄の土壌施肥量の違いにより生育・収穫量に差は認められなかった。
- 2.カルシウム・鉄の土壌施肥量の違いによる各含有成分の差は確認できなかった。
- 3.過剰な鉄の施肥によりカルシウムの吸収が抑制されるという傾向が認められた。
- 4.カルシウムの“ぜいたく吸収”現象が認められた。
- 5.ラットを用いた動物実験により、飼料として用いたスイートバジル中のカルシウムおよび鉄含有量の違いが骨粗鬆症や貧血の改善効果に差違をもたらす可能性があるということが示唆された。

今回の試験設計では散水なしの露地栽培を採用したため、気象等の要因がスイートバジルの成分に及ぼす影響が大きかったと思われる。すなわち、枯死株や生育不良株が発生したことや8月末の大雨後に分析値が変化したことなど試験全体のデータ処理にとって不確定要素がかなり存在した。今後は散水や温度の管理等を確実に行えるような条件の設定、例えばハウス内での水耕栽培試験等の実施が待たれる。

本研究遂行にあたり、ご協力いただいた(株)ファインド・ニュースの高野済氏に謝意を表します。

参考文献

- 1) <http://www.asahi-net.or.jp/~ny7t-ooj.htm>
- 2) 山本展久, 水江智子, 佐野一成, 高野済, 宮本安紀子, 上野洋子, 工藤恭子, 望月聡:平成13年度大分県産業科学技術センター研究報告, (2001)p140-143
- 3) 山本展久, 水江智子, 佐野一成, 高野済, 宮本安紀子, 上野洋子, 工藤恭子, 望月聡:平成13年度大分県産業科学技術センター研究報告, (2001)p144-149
- 4) 山本展久, 水江智子, 佐野一成, 高野済, 宮本安紀子, 上野洋子, 工藤恭子, 望月聡:平成13年度大分県産業科学技術センター研究報告, (2001)p156-161
- 5) 科学技術庁 五訂日本食品標準成分表分析マニュアル, (1997), (社)資源協会