Effects of utilization of water extract from coffee grounds on the growth and chlorophyll content of Japanese mustard spinach

コーヒー粕水抽出液の施用がコマツナの生育およびクロロフィル含有量に及ぼす影響

Anna ISHIZUKA

Course of Human Environmental Studies, Graduate school of Human Environmental Studies, Tokai University, 4-1-1 Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa, 259-1292 Japan

TEL: +81-463-58-1211(EX.3411) FAX: +81-463-50-2208 e-mail: 6bhlm001@mail.u-tokai.ac.jp

Keiko ISHIHARA

Center for Liberal Arts, Tokai University, 4-1-1 Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa, 259-1292 Japan

TEL: +81-463-58-1211(EX.4816) FAX: +81-463-50-2208 e-mail: keiko.I@tsc.u-tokai.ac.jp

Kenichi MUROTA

Department of Human Development, School of Humanities and Culture, Tokai University, 4-1-1 Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa, 259-1292 Japan

TEL: +81-463-58-1211(EX.3411) FAX: +81-463-50-2208 e-mail: murota@tokai.ac.jp

(Received 6 June, 2018 Accepted 25 January, 2019)

We are investigating effective utilization of the food wastes for agriculture and focusing on coffee grounds which is disposed of in a large quantity and difficult to reuse. There are obstacles in using coffee grounds for agricultural materials, because coffee grounds are high carbon to nitrogen (C/N) ratio and may contain a kind of plant growth inhibitor, therefore here we used water extract from coffee grounds. Growth of Japanese mustard spinach (*Brassica rapa* var. *prviridis*) was enhanced by applying the water extract from coffee grounds, and the growth ratio was almost the same as plants applied commercial liquid fertilizer. The water extract from coffee grounds showed higher values in nitrogen, phosphoric acid, potassium, and minerals than the commercial liquid fertilizer, the plants, however, might not use these nutrients enough. Chlorophyll content in the plants applied the water extract from coffee grounds was higher than plants applied the liquid fertilizer, but there was no correlation between chlorophyll content and growth of plants.

Keywords : Agriculture, Food waste, Coffee grounds

I. INTRODUCTION

I-A. Effect of coffee grounds on plant growth

コーヒー粕は、国内で年間約 90 万トン廃棄されていると推定され、生ゴミとは異なり形状が均質であることや通気性が優れていることから、農業資材として比較的使用しやすい素材であるとされている。¹ コーヒー粕と

オカラとを混合させることにより良質な堆肥となることや、牛糞、紅茶粕等との混合による肥料化が報告がされている。^{2,3} しかしながら、コーヒー粕の施用によって植物の生育阻害が起こることが明らかにされていることから、コーヒー粕そのものの農業利用は困難とされている。その原因としては、コーヒー粕の炭素／窒素 (C/N) 比が比較的高く、窒素成分のほとんどが難溶解性の画分に含まれており、微生物および植物に利用されにくい形態であることや、植物の生育阻害物質の存在が示唆されてい

SAS Award was given to this paper presented as Poster Presentation at the 2017 SAS Symposium.

る。^{4,5}

そこで、我々はコーヒー粕そのものではなく、コーヒー粕の水抽出液（抽出液）の農業利用に着目した。これまでに、抽出液の施用がコマツナの生育に及ぼす影響を調べた結果、抽出液の施用によりコマツナの生育が市販の液体肥料と比較して良好な結果を示した。その原因としてはコーヒー粕そのものの中には植物の生育に必要な肥料成分が含まれていることから、それらの成分の関与が示唆された。また、抽出液施用により葉の緑色が濃くなることが観察されたことから、葉のクロロフィルの含有量と生長促進との関係が示唆されたが、これらについては明らかになっていない。⁶

そこで本研究では、その生育促進の原因を明らかにする目的で、抽出液中の肥料成分の含有量および葉のクロロフィル含有量を調べ、抽出液がコマツナの生育に及ぼす影響を考察した。

II. METHODS AND MATERIALS

II-A. Water extract from coffee grounds

コーヒー粕はドトールコーヒーショップ東海大学店より供与されたものを使用した。コーヒー粕は使用前にドラインオープン（50℃、42 hrs）で乾燥させたものを蒸留水（コーヒー粕 150 g：蒸留水 600 ml）とともに 10 分間攪拌後、ろ紙にてろ過したものを抽出液として使用した。

II-B. Methods

供試植物はコマツナ（*Brassica rapa* var. *perviridis*）を用いた。試験区は、蒸留水を施用したコントロール区、市販の液体肥料であるハイポネックス（Hyponex®（N:P:K=6:10:5））の 1,000 倍希釈液を 1 回/週施用（通常作物栽培に利用する際の希釈率および施用頻度）した「ハイポネックス区」、抽出液を施用開始 1 週目に 3 回/週、施用開始 2 週目に 4 回/週施用した「抽出液多施用区（多施用区）（図表中：Many）」、抽出液を施用開始 1 週目に 1 回/週、2 週目から 2 回/週施用した「抽出液少施用区（少施用区）（図表中：Few）」の 4 試験区を設定した。

植物体は、直径 7.5 cm×高さ 6.5 cm のプラスチックポットにバーミキュライトを充填したものに 2 粒/ポットで 10 ポット播種し、人工気象器（26℃、明期:暗期=12:12 hrs）を用いて栽培した。ハイポネックス 1,000 倍希釈液および抽出液の施用は、本葉の展開が全試験区で確認された播種後 16 日目から開始した。施用量は 30 ml とし、収穫後にクロロフィルの抽出・定量を Mackinney 法⁷により行い、それぞれの測定結果は ANOVA による分散分析および Ryan 法による多重比較により解析した。また、抽出液の肥料成分分析は株式会社環境分析センターへ依頼した。

III. RESULTS AND DISCUSSION

これまでに、抽出液の施用によるコマツナの生育を調べた結果、生体重は平均値でコントロール区が 0.416 g、ハイポネックス区が 0.818 g であったのに対し、抽出液多施用区が 0.957 g で、ハイポネックス区に比べて有意に高い値を示した。一方少施用区では 0.526 g でコントロール区よりも有意に高い値を示したものの、ハイポネックス区に比べて有意に低い値を示した。このことから、抽出液の施用はコマツナの生育を促進し、その程度は施用回数が多くなるほど大きくなることがわかった（Table 1）。⁶

Table 1. Fresh weight (g). Letter indicate significant differences among means between treatments, according to analysis of variance and Ryan's method ($P < 0.01$). It has been already published in reference 6.

Control	Hyponex	Coffee grounds (Few)	Coffee grounds (Many)
0.416 ± 0.008 (a)	0.818 ± 0.018 (b)	0.526 ± 0.016(c)	0.957 ± 0.044 (d)

抽出液施用によるコマツナの生育促進の原因を明らかにするために、抽出液中の肥料成分の分析を行った（Table 2）。その結果、抽出液中には植物の生育に対する多量必須元素である窒素（N）が 390 mg/L、リン酸（ P_2O_5 ）が 360 mg/L、カリウム（K）が 830 mg/L であった。本研究で使用したハイポネックス 1,000 倍希釈液は窒素が 60 mg/L、リン酸が 100 mg/L、カリウムが 50 mg/L であることから、いずれもハイポネックス 1,000 倍希釈液よりも高い値を示していた。微量元素についても、ハイポネックス 1,000 倍希釈液中のマグネシウム（Mg）が 0.5 mg/L やマンガン（Mn）が 0.01 mg/L であるのに対し、抽出液ではそれぞれ 120 mg/L、1.6 mg/L と高い値を示した。また、先行研究よりコーヒー粕そのものの C/N 比が約 24 である⁵のに対して、抽出液では約 14 でコーヒー粕よりも低い値を示した。C/N 比の大きな農業資材を圃場に施用すると一時的に植物が窒素を利用しにくくなる窒素飢餓の状態になることがわかっている。このことから、肥料として利用する場合、コーヒー粕そのものに比べて抽出液を施用した方が、植物が比較的窒素を利用しやすい環境になるといえる。⁸

Table 2. Content of total nitrogen, phosphorus, total carbon and minerals in water extract from coffee grounds (mg/L).

N	P_2O_5	C	K	Ca
390	360	5,300	830	49
Mg	Zn	Fe	Cu	Mn
120	0.14	0.10	0.09	1.6

抽出液区とハイポネックス区で栽培期間中に施用した肥料成分量を算出した (Table 3)。窒素では多施用区でハイポネックス区の約 23 倍、リン酸では約 13 倍、カリウムでは約 58 倍の成分を施用したことになる。また、少施用区でもそれぞれ約 10 倍、5 倍、25 倍であった。生体重では多施用区はハイポネックス区に比べて有意に高い値を示したものの、少施用区ではハイポネックス区に比べて有意に低い値を示した。また抽出液の多施用区でハイポネックス区を上回る生育を示したことから、本研究で使用了抽出液に含まれる肥料成分量では肥料の過剰症の影響は小さいと考えられた。これらのことから、抽出液中の肥料成分はコマツナの生育に十分に利用されていないことが示唆された。抽出液区で肥料成分量に見合った生育を示さなかった原因として、抽出液中の肥料成分が十分に利用できなかったことに加えて、先行研究^{4,5}で指摘されている生育阻害因子の関与が示唆された。

Table 3. Total amount of nutrition which applied dose in water extract from coffee grounds and Hyponex (1,000 x dilution) (mg).

Element	Coffee grounds		Hyponex (1,000 x dilution)
	Few	Many	
N	35.1	81.9	3.60
P	32.4	75.6	6.00
K	74.7	174	3.00

次にそれぞれの試験区のクロロフィル含有量を調べた。クロロフィルは光合成系で機能する色素であり、葉緑体のチラコイド膜に局在し、光エネルギーの吸収と光化学反応中心分子への励起エネルギー伝達、光化学反応中心分子での電子移動反応の駆動に関与している。クロロフィルが不足すると光合成が効率よく行われないことで、植物の生育に影響を与える。^{9,10}

クロロフィル a+b では、平均値がコントロール区で 0.194 mg/g であり、ハイポネックス区では 0.620 mg/g であったのに対し、少施用区で 1.046 mg/g、多施用区で 1.022 mg/g と抽出液少施用区および多施用区がハイポネックス区に比べて有意に高い値を示した (Figure 1)。また、クロロフィル a および b のそれぞれの含有量についても同様に抽出液少施用区および多施用区がハイポネックス区に比べて有意に高い値を示した (Figure 2, 3)。

窒素の施用量および葉内窒素の増加により葉のクロロフィル含有量が増加することがわかっている。^{11,12} 本研究においてもクロロフィルの含有量は抽出液の施用により増加したことから、抽出液中の窒素がその原因になっていると考えられた。しかしながら、その増加量は抽出液の施用回数、すなわち総施用量とは相関が見られないことから、クロロフィルの合成に用いられる窒素は限定的であることがわかった。また、抽出液少施用区の生体

重はハイポネックス区に比べて有意に低い値を示したことから、抽出液施用によるクロロフィル含有量とコマツナの生長には相関が見られなかった。

Figure 1. Chlorophyll a+b content. Letter above columns indicate significant differences among means between treatments, according to analysis of variance and Ryan's method ($P < 0.01$).

Figure 2. Chlorophyll a content. Letter above columns indicate significant differences among means between treatments, according to analysis of variance and Ryan's method ($P < 0.01$).

Figure 3. Chlorophyll b content. Letter above columns indicate significant differences among means between treatments, according to analysis of variance and Ryan's method ($P < 0.01$).

IV. CONCLUSION

食品廃棄物としてその廃棄量が増加傾向にあるコーヒー粕を有効に利用する方法として農業資材としての利用が研究されている。先行研究より、コーヒー粕そのものは作物生産への利用が困難であることが報告されていることから、抽出液に着目して、その施用がコマツナの生育に及ぼす影響を調べた。その結果、抽出液の施用により市販の液体肥料であるハイポネックス施用と同等あるいはそれを上回る生育を示した。そこで本研究では、抽出液施用による生育促進の原因を明らかにする目的で、抽出液の肥料成分を分析するとともに、抽出液施用が葉のクロロフィル含有量におよぼす影響を調べた。

その結果、抽出液中には多量必須元素である窒素、リン酸、カリウムをはじめとして、その他の肥料成分である元素も多量に含まれていることがわかった。抽出液施用によるコマツナの生育促進は、この豊富な肥料成分の影響であると考えられたが、その成分が十分に利用されないことが示唆された。葉中のクロロフィル含有量は抽出液の施用により増加することがわかった。窒素の施用によりクロロフィル含有量が増加することがわかっているが、本研究ではクロロフィル生合成に対する窒素の利用は限定的であり、クロロフィル含有量とコマツナの生長には相関が見られないことがわかった。

REFERENCES

- ¹ INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION: <http://coffee.ajca.or.jp> (2018).
- ² S. Fujiwara, M. Takemoto and H. Takeda, Bulletin of the Agricultural Research Institute of Kanagawa Prefecture, 137, pp. 43-50 (1996) (in Japanese).
- ³ Y. Umemiya, S. Yoshida, K. Yamada, T. Murakami, Journal of the science of soil and manure, 42, p. 33 (1996) (in Japanese).
- ⁴ H. Wakasawa, K. Takahashi and K. Mochizuki, Journal of the science of soil and manure, 69, pp. 1-6 (1998) (in Japanese).
- ⁵ M. Takemoto and S. Fujiwara, Bulletin of the Agricultural Research Institute of Kanagawa Prefecture, 138, pp. 31-40 (1997) (in Japanese).
- ⁶ A. Ishizuka, K. Ishihara and K. Murota, Journal of Advanced Science, 29, pp. 1-5 (2017) (in Japanese).
- ⁷ G. Mackinney, Journal of Biological Chemistry, 140, pp. 315-322 (1941).
- ⁸ Su. Aso, Sh. Aso and T. Matsuzaki, *Sakumotsu no eiyō to hiryou*, (1973) p. 149 (in Japanese).
- ⁹ M. Mimuro, T. Kakitani, H. Tamiaki, *Chlorophylls - Structure, Reaction and Function -*, (Shokabo, 2011) p. 137 (in Japanese).
- ¹⁰ A. Tanaka, M. Hirashima, R. Tanaka, Kagaku to seibutsu, 42, pp. 93-98 (2004) (in Japanese).
- ¹¹ N. Nii, K. Yamaguchi, M. Nishimura, J. Japan. Soc. Hort. Sci, 66, pp. 505-511 (1997).
- ¹² T. Shimizu, H. Torigata, J. Japan. Soc. Hort. Sci, 41, pp. 29-36 (1972) (in Japanese).