イグサの機能性と食品産業への新展開

森田 洋^{1,†}, 塩澤正三², 志水由紀³, 宮野麻紀子⁴, 稲田剛夫⁵

¹ 北九州市立大学国際環境工学部環境化学プロセス工学科, ² 国立八代工業高等専門学校生物工学科
³ 王樹製薬株式会社, ⁴ ワンドリーム有限会社, ⁵ イナダ有限会社

Physiological Functions of Igusa and the Application to Food Industry

Hiroshi MORITA^{1,†}, Masami SHIOZAWA², Yuhki SHIMIZU³, Makiko MIYANO⁴
and Takeo INADA⁵

¹ *Department of Chemical Processes and Environments, Faculty of Environmental Engineering,
The University of Kitakyushu*

² *Department of Bioengineering, Yatsushiro National College of Technology*

³ *Oujiy Pharmaceutical Co., Ltd.*

⁴ *One Dream Co., Ltd.*

⁵ *Inada Co., Ltd.*

The *Igusa* has strong scum and is not well suited for consumption, but by boiling it in water for 3 minutes the palatability could be enhanced. Dietary fiber contents of *Igusa* are very high level (63 g/100 g-dry weight) in 14 kinds of agricultural products. The antibiotic showed a broad spectrum of activity (MIC; 0.78 ~ 100 µg/ml). The bacterial population in a cake (*Igusa*-free), which have been preserved for 3 days at 30°C, is about 2 orders more than that supplemented with *Igusa* at a concentration of 40g/100g-cake. The bacterial population in tofu preservative (*Igusa*-free), which has been kept for 4 days at 15°C, is about 2 orders more than that supplemented with *Igusa* at a concentration of 0.1g/ml. Consequently, it is thought that *Igusa* can be used as a keeping quality agent for the purpose of inhibiting bacterial proliferation. *Igusa* had a superoxide radical scavenging activity of 4200 units/g. In the future, we consider that use of *Igusa* may be spread from health food industry to medical industry, and should advance in demand for the depressed Japanese *Igusa* industry by creating a new industry in addition to Tatami mat.

Key words: *Juncus*, antibiotic activity, keeping quality agent, superoxide radical scavenging activity, dietary fiber

1. は じ め に

日本において畳の原材料として約 600 年前より用いられてきたイグサは *Juncus* 属に分類される植物である。*Juncus* 属の植物は比較的湿度の高い地域で育ちやすく、日本、中国、東南アジアを中心に世界においても約 220 種が分布している。日本におけるイグサの栽培産地は熊本県、福岡県、岡山県、高知県などである。沖縄県においてもイグサのことを「ピーグ」と呼んでおり、敷物

の原材料として栽培している。日本におけるイグサの最大産地は、熊本県八代地方であり、その年間生産量は国内の 90 % 以上を占めている。現在、日本の年間イグサ生産量は約 29,000 トンであるが、この 10 年でイグサの年間生産量はおよそ半分以下にまで減少している[1, 2]。その主な要因は建物の洋風化と中国からの安い輸入イグサの影響であり、イグサの新たな用途開発、新産業の創出が望まれている。

イグサは畳としての歴史もあるが、薬草としての歴史も存在している[3]。和漢薬[4]によると、イグサは毒性がなく、利尿薬、消炎薬などの薬草としての効能があると記されている。また切り傷、出血、打撲にイグサを噛み潰したものを塗布すると症状が改善されると書かれている。さらに漢薬の臨床と応用[5]では、利尿薬として、あるいは水腫の治療薬として、一回 1.5 ~ 3 g 服用するとよいと書かれている。このようなイグサの薬理効果、

(受付 2002 年 9 月 2 日、受理 2002 年 10 月 8 日)

1 〒 808-0135 北九州市若松区ひびきの 1-1

2 〒 866-8501 八代市平山新町 2627

3 〒 861-4101 熊本市近見 7 丁目 10-1

4 〒 806-0073 北九州市八幡西区町上津役東 1-6-18

5 〒 869-4202 熊本県八代郡鏡町内田 438-2

† 北九州市立大学国際環境工学部

Tel: 093-695-3289, Fax: 093-695-3381, E-mail: morita@env.kitakyu-u.ac.jp

あるいは機能性に関する研究は現在ほとんど行われていない。

八代地方においては、約8年前よりイグサを添加した食品（そうめん、まんじゅう、アイスクリームなど）が市場に出始めている。これらは土産物として作り始めたそうであるが、イグサの機能性を次々と明らかにしていくことで、今までは土産物でしかなかったイグサの食品が、多くの食品産業へとその需要を日本全国に広げてゆくことが可能ではないかと考えられる。本論文ではイグサの機能性について解説を行い、それらの成果をもとにどのように食品産業へと応用できるかについて述べることにする。

2. イグサの官能試験

研究に使用したイグサ (*Juncus effusus* var. *decipiens*) はすべて八代産 (1998 年産) のものを用いた。イグサの苗を12月に畑に植え付け、研究結果に影響が出ないように無農薬で一貫して栽培して、5月ごろにイグサが150 cm 程度の丈にまで伸長したものを刈り取った。

イグサには灰汁が多いことから、そのままでは食用にあまり適さない。そこでイグサを水で数分間煮ることにより、抹茶のような爽やかな風味へと変化することを明らかにした。灰汁抜き効果を証明するために、3分間水煮処理をしたイグサと生イグサをそれぞれ粉末化（増幸産業株式会社製、型式 MK アトマイザー MKA-5J により、平均粒子径 18.6 μm にまで粉砕）したものを、八代市在住の20代から40代の男女あわせて30名に、香り、味、総合評価でどちらが好ましいかを判定してもらい、二点嗜好試験法 [6] により解析を行った。その結果、0.1 % の危険率でほとんどの被験者が香り、味、総合評価で、水煮処理のイグサの方が好ましいと評価した。つまりイグサは水煮処理を行うことで、嗜好性を高められることが明らかとなった。

3. イグサの食物繊維量

イグサの一般的な化学組成を Table 1 に示す。イグサは無水物換算でタンパク質が 18.9 %、脂肪が 0.6 %、糖質 11.0 %、食物繊維 63.0 %、灰分 6.5 % であり、カロリー（平成 8 年厚生省告示第 126 号によるエネルギー換算）は 125 kcal/100 g-無水物であった。イグサの成分の中で特筆されることは、食物繊維含量が多いことである。イグサは食物繊維が無水物換算で 100g あたり 63g もの量を占めている。これは様々な農作物と比較した場合に高い値である。Fig. 1 に代表的な農作物の食物繊維含量を示す。モロヘイヤ、ゴボウ、ケール、パセリ、シシトウは無水物換算で 40 % 程度、ピーマン、ホウレンソウ、ニラは 30~35 % 程度、小麦胚芽、ゴマ、

Table 1 Chemical composition of *Juncus effusus* var. *decipiens*.

Component	(g/100 g-dry)
protein	18.9
fat	0.6
dietary fiber	63.0
sugar	11.0
ash	6.5
potassium	2.37
calcium	0.16
magnesium	0.11
sodium	34×10^{-3}
iron	3.3×10^{-3}
ascorbic acid	7.0×10^{-3}
β -carotene	6.5×10^{-3}

Fig. 1 Dietary fiber contents of various agricultural products.

トマト、サツマイモ、パパイアは 5 ~ 15 % 程度の食物繊維含有率であった。これらの結果と比べるとイグサの食物繊維含量は、農作物の中でもかなり高い部類に属するものと考えられる。食物繊維は肥満防止作用、コレステロール上昇抑制作用、血糖値上昇抑制作用、大腸ガンの発生抑制作用、有害物質の除去作用など多くの効能を有していることがすでに明らかになっている [7]。

4. イグサの抗菌作用

イグサは独特の香りを有する作物である。このような独特の香りを有する作物には抗菌性を有するものが多く、古くから香辛料、シソの葉、ワサビなどは腐敗防止の食材として食生活に取り入れられており、一部は日持向上剤として市販されている [8, 9]。そこでイグサ水抽出液について抗菌性を調べた結果、グラム陰性細菌、グラム陽性細菌のいずれに対しても抗菌性を有していた [10]。

イグサ水抽出液の抗菌スペクトルを Table 2 に示す。イグサ水抽出液を様々な濃度に希釈して、ディスクから得られる阻止円の有無によって、最小発育阻止濃度 (MIC) を求めた。つまり MIC 値が小さいほど、検定菌に対して強い抗菌性を有しているということになる。その結果、*Salmonella* 属菌、*Staphylococcus* 属菌、EHEC O157, O26, O111 をはじめとする食中毒細菌や *Bacillus* 属菌、*Micrococcus* 属菌などの腐敗細菌に対して、MIC 値で 0.78 ~ 100 $\mu\text{g/ml}$ の範囲で抗菌活性が認められた。もっとも強い抗菌活性を示したのは非病原性大腸菌である *Escherichia coli* であり、MIC 値は 0.78 $\mu\text{g/ml}$ であった。また、腐敗細菌である *Pseudomonas* 属菌や酵母、糸状菌類には抗菌性は認められなかった。

さらに、腸内における有用な細菌類 (*Bifidobacterium bifidum*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Streptococcus bovis*) を検定菌として、イグサ水抽出液の抗菌性について調べた (Table 2)。その結果、いずれの腸内細菌類においても抗菌性は認められなかった。イグサが食中毒細菌や腐敗細菌に特異的に作用して、腸内に生息する善玉菌に対して抗菌性を示さない結果は、緑茶由来のポリフェノールの抗菌スペクトルと非常に類似している [11]。抗菌成分の特定はこれからの課題であるが、イグサは食中毒未然防止を目的とした抗菌剤としても利用可能ではないかと期待される。

リュウゼツラン科であるユッカはイグサと同様に *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* に対して抗菌性を有しており、MIC 値は 1,000 $\mu\text{g/ml}$ である。この値に比べると、イグサの抗菌作用は高いといえるが、ユッカはイグサで抗菌性を示さなかった酵母、カビ類に対して抗菌活性が検出されている [12]。

また、化学性の保存料として広く使われている安息香酸の *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli* に対する MIC 値はそれぞれ 1,000, 500, 2,000

Table 2 Minimum inhibitory concentration (MIC) of *Juncus effusus* var. *decipiens* extract.

Test organism	MIC ($\mu\text{g/ml}$)
<i>Bacillus subtilis</i> IFO 3335	1.6
<i>Salmonella typhimurium</i> IFO 13245	3.1
<i>Micrococcus luteus</i> IFO 3333	1.6
<i>Escherichia coli</i> IFO 3972	0.78
<i>Staphylococcus aureus</i> IFO 12732	50
<i>Pseudomonas fluorescens</i> IFO 3507	-
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> IFO 2363	-
<i>Aspergillus oryzae</i> IFO 30102	-
<i>Rhizopus japonicus</i> IFO 4697	-
EHEC O157:H7 (VT1)	100
EHEC O157:H7 (VT2)	100
EHEC O157:H7 (VT1, VT2)	100
EHEC O26:H11 (VT1)	100
EHEC O111:H8 (VT1)	100
<i>Bifidobacterium bifidum</i> IFO 14252	-
<i>Enterococcus faecalis</i> IFO 3971	-
<i>Enterococcus faecalis</i> IFO 12580	-
<i>Enterococcus faecium</i> IFO 3128	-
<i>Streptococcus bovis</i> IFO 12057	-
<i>Bacteroides vulgatus</i> IFO 14291	-

(- ; not detected)

$\mu\text{g/ml}$ である。イグサの抗菌活性はこれらの結果を上回るものであるが、安息香酸においても酵母、カビ類に対して抗菌活性が検出されている [13]。

これらの報告より、イグサは細菌増殖抑制を目的として抗菌剤や防腐剤として使用することにはふさわしいが、酵母やカビ類増殖抑制を目的とした実用化にはふさわしくないものと結論づけることができる。

また、イグサが天然の抗菌素材として、どの程度、熱や pH に強いのかということについて調べた [10]。熱における安定性を調べた結果、イグサは 25 ~ 100 $^{\circ}\text{C}$ で 60 分間保持を行っても抗菌性の低下は認められなかつ

Fig. 2 Effect of temperature and PH on stability of *Juncus effusus* var. *decipiens* extract.

た (Fig. 2). この結果より, 食品の加工温度に対してもイグサの抗菌性は安定的に保持されることが明らかとなった.

さらに, pH 安定性についても調べた結果, イグサは酸性域でとくに安定であり, 塩基性領域 (pH9.0) ではやや不安定であるものの相対残存抗菌活性は 90 %であった (Fig. 2).

5. イグサの日持向上剤としての応用

イグサは幅広い細菌に対して抗菌作用を有していたことから, イグサを食品の日持向上剤として利用することを目的として, スポンジケーキの腐敗試験と豆腐保存液の腐敗試験を行った [10].

イグサを添加したスポンジケーキはイグサを添加しなかった場合に比べて, 30 °C, 3 日間の保存に対して, 明らかに一般細菌数が少ない傾向にあった (Fig. 3). さらにイグサ添加濃度が高くなればなるほど, 保存したスポンジケーキの一般細菌数は少なくなる傾向にあった. 30 °C, 3 日間という劣悪な環境下での保存で, イグサ無添加ケーキとイグサを 40 g/100g-cake の濃度で添加したケーキの一般細菌数は約 2 オーダーの差であった. さらに特筆すべきことは, イグサを添加した場合, スポンジケーキ作成後 (0 日目) の一般細菌数が検出されなかったことである. 10 g, 20 g, 30 g/100g-cake のイグサ添加スポンジケーキでは, 30 °C, 1 日保存において一般細菌が検出されたが, 40 g/100g-cake のイグサ添加スポンジケーキでは一般細菌が検出されなかった. しかし, 2 日保存以降では 40 g/100g-cake のイグサ添加スポンジケーキにおいても, 一般細菌が検出された.

豆腐は食品の中でも水分含量が多いことから, 腐りや

Fig. 3 Changes of the bacterial population on a cake at 30 °C. *Juncus effusus* var. *decipiens* was contained in the cake respectively 0 g (▲), 10 g (□), 20 g (■), 30 g (○), and 40 g (●)/100 g-cake.

Fig. 4 Changes of the bacterial population in a tofu preservative at 30 °C. *Juncus effusus* var. *decipiens* was contained in the preservative respectively 0 g (▲), 0.05 g (□), and 0.1 g (■) ml.

すい食品の一つに挙げられる. このような背景から, 豆腐の保存液にイグサを添加することで, 豆腐の日持が向上するかどうかを試みた (Fig. 4). その結果, イグサ濃度 0.05 g/ml の保存液では 15 °C, 1 日保存で, 滅菌水での保存に比べて, 1 オーダーの一般細菌数差が認められた. しかし 2 日保存以降は, 滅菌水保存とほとんど差が認められなくなった. これに対してイグサ濃度 0.1 g/ml の場合では, 1 日保存で, 滅菌水での保存に比べて, 1 オーダーの差が認められた. しかし, それ以降の保存ではイグサ抽出液を保存液とした場合, 一般細菌数の増殖度は比較的低く, 15 °C, 4 日間の保存では滅菌水での保存に比べて, 2 オーダーの差にまで広がった.

以上の結果より, イグサを使用することでスポンジケーキや豆腐の日持を向上できることが明らかとなった. 日持向上剤を目的として使用されているものにモウソウチク抽出物, イチジク葉抽出物, 生ダイズ抽出物, シソ抽出物, ブドウ果皮抽出物, ニンニク抽出物など多くの天然物があげられる. モウソウチク抽出物は 100 ~ 400 μ g/ml の濃度で細菌類を阻止することから, カット野菜, 生肉, うどん, かまぼこ等の食品に日持向上剤として使用されている [14]. 今後, イグサ抽出物においても細菌類増殖抑制を目的とした日持向上剤として, 様々な食品に使用されていくことを期待してやまない.

6. スーパーオキシド消去活性

近年, 活性酸素の研究が進むにつれて, 生体内における活性酸素の毒性が明らかになってきた. スーパーオキシドは活性酸素種の中の一つであり, 少量では免疫効果を発揮するものの, 体内に多量に蓄積した場合, ガン

Fig. 5 Superoxide radical scavenging activity of various agricultural products.

や動脈硬化、糖尿病、老化、アトピー性皮膚炎、アレルギー疾患など様々な病気を引き起こすことで知られている。活性酸素は酒やタバコを飲んだり、ストレスが溜まったり、空気が汚れた環境で生活したり、食品添加物を多く含む食品を食べることで、体内に蓄積される。しかし、これらは現代生活において避けては通れないものばかりであり、活性酸素を消去する食品を日常的に食べることが必要であると考えられている。

そこで電子スピン共鳴 (ESR) 法を用いて、イグサのスーパーオキシド消去活性 (SOD 様活性) を測定した。その結果、イグサ (生) は 4200 単位/g の SOD 様活性を有していた。また、青汁の原材料として知られているケール (生) の SOD 様活性を測定した結果、880 単位/g であった。

氏家は様々な農作物の SOD 様活性を調べている [15]。これによると小麦胚芽 (生) が 4900 単位/g、ゴボウ (生)、モロヘイヤ (生)、パパイア (生) が 400~500 単位/g、ピーマン (生)、パセリ (生)、ニラ (生)、ホウレンソウ (生) が 150~300 単位/g、トマト (生)、サツマイモ (生)、シシトウ (生)、ゴマ (乾燥) が 30~100 単位/g であった。イグサとケールの結果と氏家の結果をまとめたものが Fig. 5 である。これによるとイグサや小麦胚芽の SOD 様活性は様々な農作物の中でも高いと言える。

7. おわりに

筆者らが明らかにしてきたイグサの抗菌作用、活性酸素の消去能、食物繊維が豊富であることに着目して、イグサの最大産地である熊本県では、ここ 1 年でイグサの食品産業への利用が急激に進みつつある。熊本市内の製薬会社は、イグサが青汁の原材料であるケールに比べて、食物繊維、SOD 様活性、ビタミン A 含有量などの点で優れた機能性を有している点に着目して、イグサ青汁の商品化に成功した。また、八代市の環境市民団体「ネ

イチャーやつしろ」は、イグサの抗菌作用に着目して、イグサで廃油石鹸を作り商品化した。また、熊本県内の豆腐業者は、豆腐にイグサを添加することで日持を向上させたイグサ豆腐を開発している。さらに、八代市内の中華料理店では、餃子の皮にイグサを混ぜた「イグサ餃子」や、麺の中にイグサを混ぜて「イグサ中華麺」としてメニューに出している。イグサを健康野菜として活用する動きも今後さらに広がってゆくものと期待している。

日本政府は昨年、イグサに対して初の暫定的なセーフガードを発動したが、その後正式発動されることなく今日にいたっている。今後、イグサの様々な効能をさらに見出すことにより、健康食品から医薬品にまで利用範囲を広げ、豊以外の新しい産業を創出することにより、低迷している日本のイグサ産業の需要拡大を進めていくべきであると考えている。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、株式会社丸美屋 上村和也氏、松本紳二氏、八代市産業振興部農政課 山本昭三氏、垣下昭博氏、田中和彦氏、JA やつしろ、国立八代工業高等専門学校生物工学科 大森智子氏、杉本加菜子氏、吉村裕子氏、ワンドリーム 高林幸則氏、牛島健介氏、藤岡正一氏、熊本県保健環境研究所微生物科学部 甲木和子氏、宮坂次郎氏に感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 熊本県農政部；“熊本の農業 1999” 熊本県、1999、p. 19.
- 2) 八代市産業振興部農政課；“八代市のいぐさ”、八代市、2000、p. 14.
- 3) 佐竹元吉、伊田喜光、根本幸夫；“漢方 210 処方生薬解説”、じほう、2001、p. 165.
- 4) 赤松金芳；“新訂和漢薬”、医歯薬出版株式会社、1980、p. 595.
- 5) 神戸中医学研究会；“漢薬の臨床応用”、医歯薬出版株式会社、1979、p. 149-150.
- 6) 佐藤 信；“統計的官能検査法”、日科技連出版社、1985、p. 37-55.
- 7) 栄養機能化学研究会；“栄養機能化学”、朝倉書店、1996、p. 131-137.
- 8) 酒井重男；食の科学、283、24-35 (2001).
- 9) 関山泰司；化学と工業、52 (1)、31-34 (1999).
- 10) 森田 洋、塩澤正三、大森智子、志水由紀、稲田剛夫；日本防菌防黴学会誌、30 (12)、印刷中 (2002).
- 11) 川上正子、原 征彦；New Food Industry、40 (1)、33-40 (1997).
- 12) 田村幸吉；クリーンテクノロジー、3、67-71 (1996).

- 13) 霜 三雄, 福住栄一; “食品防腐剤の使い方”, 信貴書院, 1965, p. 109.
- 14) 仁科淳良; New Food Industry, **30** (10), 17 (1988).
- 15) 氏家 隆; 食品と開発, **31** (2), 46-47 (1996).

要 旨

イグサはそのままでは灰汁が強く食用にあまり適さないが, 3 分間水煮処理をすることにより, 嗜好性を高めることができた. イグサの食物繊維含量は他の農作物に比べて, 非常に高い値であり, 無水物換算で 100g あたり 63g もの量を占めている. イグサは食中毒細菌や腐敗細菌に対して, MIC 値で 0.78 ~ 100 $\mu\text{g/ml}$ の抗菌

性が認められた. 抗菌成分は熱や酸に強く, 25 ~ 100 $^{\circ}\text{C}$ で 60 分間, または pH3 ~ 9 において安定であった. また, 30 $^{\circ}\text{C}$, 3 日間保存したイグサ無添加ケーキの一般細菌数はイグサを 40 g/100g-cake の濃度で添加したケーキに比べて, 約 2 オーダー多かった. 15 $^{\circ}\text{C}$, 4 日間保存したイグサ無添加豆腐保存液の一般細菌数は, イグサを 0.1 g/ml の濃度で添加した保存液に比べて, 約 2 オーダー多かった. イグサは 4200 単位/g のスーパーオキシド消去活性 (SOD 様活性) を有していた. 今後イグサの用途を健康食品から医薬品にまで広げ, 置以外の新しい産業を創出することにより, 低迷している日本のイグサ産業の需要拡大を進めていくべきであると考えている.