最近の非食品分野への食酢利用

食酢は酸性調味料として、その呈味作用、静菌、殺菌作用など食品の保蔵に使われてきたが、古くから薄めて植物に散布することにより病害防除の効果があると巷間言われてきた。この論文では食酢の抗菌活性、イネ病害防除、土壌改良材としての利用、飼料としての利用など新しい用途が開発されつつあるが、その一端を解説していただいた。発酵食品の非食品分野への利用という興味ある実例を参考に発想の転換を図るのも今後の業界の生き方ではなかろうか。

田谷悦造・川村吉也

はじめに

酢酸を主成分とする食酢の歴史は大変古く、紀元前5,000年頃には既に食生活のなかで重要な調味料となっていたとの記録が残されている。食酢はさまざまな機能を併せ持った興味深い調味料であり、その使用目的は調味だけにとどまらず、その呈味作用、静菌・殺菌作用、pH低下作用、中和作用、溶解作用などの機能を利用し、食品分野において幅広く使用されている¹⁾。また、これらの機能を非食品分野に利用する試みも昔からなされてきた。

本稿では、発酵食品の一つである食酢の一般には余り知られていない非食品分野での利用法について、最近の話題を拾って紹介してみたい。

1. 農薬(殺菌剤)としての利用^{2,3)}

食酢(酢酸)には調味効果の他に静菌・殺菌効果があり、酢漬食品に代表されるように古くから食品の防腐・殺菌の目的で使用されてきた⁴⁾。その抗菌力は食品中の

微生物だけでなく土壌中あるいは植物体上の微生物にも有効と考えられ、昔から食酢が病害防除に使用されていた例がある。また、近年ではうどんこ病およびべと病⁵⁾、キュウリ斑点細菌病⁶⁾、芝草病害⁷⁾などに対する食酢利用の防除例が報告されている。

一方、一部の合成化学農薬の毒性、残留性が指摘されて以来、化学農薬の安全性や環境に対する危惧の念を持つ者も少なくなく、再び旧来利用されてきた天然源の生理活性物質を見直すという気運がでてきた。ましてや、安全性が確認されている食品成分や食品添加物を農薬として利用できればその意義は大きい。

このような背景のなかで、筆者らは安全でかつ環境汚染の心配のない農薬(殺菌剤)を開発する目的で、植物病原細菌および糸状菌に対する食酢の抗菌活性を調べ、更にその実用性を検討した。

その結果、食酢を成分とするイネの種子消毒剤が農薬登録され⁸⁾、現在、安全農薬として使用されている⁹⁾。発酵食品のひとつである食酢の非食品分野への利用の1例として、以下に農薬としての利用法について述べるこ

第1表 植物病原細菌に対する食酢(酢酸)の最小生育阻止濃度(MIC)

植物病原細菌名	菌株	培地のpH	
		5.0	6.0
<i>Agrobacterium rhizogenes</i>	NCI 17019	0.025 ^{a)}	0.1
<i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	NCI 12056	0.02	0.1
<i>Erwinia carotovora</i> subsp. <i>carotovora</i>	NCI 12055	0.025	0.1
<i>Pseudomonas glumae</i>	NCI 17017	0.05	0.05
<i>Pseudomonas plantarii</i>	NCI 17030	0.05	0.15
<i>Pseudomonas solanacearum</i>	NCI 18013	0*	0.02
<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>lachrymans</i>	NCI 17011	0.025	0.05
<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>oryzae</i>	NCI 17012	0.025	0.025

^{a)} MIC(%)

*: pH5の培地(コントロール)でも生育しなかった。

Recent Application of Vinegar to Non-food Products

Etsuzo ENTANI and Yoshiya KAWAMURA (Nakano Research Insutitute, Nakano Vinegar Co., Ltd.)

第2表 植物病原糸状菌に対する食酢（酢酸）の最小生育阻止濃度（MIC）

植 物 病 原 糸 状 菌 名	菌 株	培地の pH	
		5.0	6.0
鞭毛菌亞門			
<i>Pytophthora melonis</i>	NCI 17029	0.1 ^{a)}	0.5
<i>Pythium vanterpoolii</i>	NCI 17028	<0.01	0.2
接合菌亞門			
<i>Choanephora cucurbitarum</i>	NCI 17038	0.5	>1.0
<i>Rhizopus chinensis</i>	NCI 6032	0.4	>1.0
<i>Rhizopus javanicus</i>	NCI 6140	0.75	>1.0
<i>Rhizopus oryzae</i>	NCI 6139	0.3	>1.0
子囊菌亞門			
<i>Botryotinia fuckeliana</i>	NCI 17008	0.1	>1.0
<i>Cochliobolus miyabeanus</i>	NCI 17031	0.5	>1.0
<i>Gibberella fujikuroi</i>	NCI 6205	0.3	>1.0
<i>Monilinia fruticola</i>	NCI 17040	0.5	>1.0
<i>Mycosphaerella ligulicoa</i>	NCI 18019	0.3	1.0
<i>Mycosphaerella melonis</i>	NCI 18018	0.4	1.0
<i>Mycosphaerella pinodes</i>	NCI 18020	0.4	1.0
<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	NCI 17009	0.1	>1.0
<i>Valsa ceratosperma</i>	NCI 6204	0.2	0.6
担子菌亞門			
<i>Corticium rolfsii</i>	NCI 17041	0.2	0.5
<i>Exobasidium camelliae</i>	NCI 17042	0.2	0.75
<i>Helicobasidium mompa</i>	NCI 17043	0.1	0.4
<i>Lepista sordida</i>	NCI 17044	0.05	0.2
<i>Thanatephorus cucumeris</i>	NCI 17045	0.3	>1.0
不完全菌亞門			
<i>Alternaria alternata</i>	NCI 6191	0.3	>1.0
<i>Cladosporium carpophilum</i>	NCI 6200	0.3	>1.0
<i>Colletotricum fragariae</i>	NCI 18012	0.4	>1.0
<i>Fulvia fulva</i>	NCI 17010	0.05	0.2
<i>Fusarium oxysporum</i>	NCI 17005	0.3	>1.0
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cucumerinum</i>	NCI 17032	0.5	>1.0
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>fragariae</i>	NCI 17033	0.3	>1.0
<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>lycopersici</i>	NCI 17035	0.5	>1.0
<i>Pyricularia oryzae</i>	NCI 6192	0.2	>1.0
<i>Verticillium albo-atrum</i>	NCI 17007	0.3	>1.0

a) MIC(%)

第3表 イネもみ枯細菌病に対する酢酸液剤の効果

（香川農試 平成1年）

供 試 薬 剤	処 理 方 法	調査苗数 (本)	発 病 苗 率 (%)			防除価	薬 害
			褐変苗率	腐敗苗率	合 計		
酢酸液剤	20 倍・24 時間浸漬	453	0.9	0	0.9	97.0	—
	50 倍・24 時間浸漬	553	2.7	1.4	4.1	86.1	—
次亜塩素酸カルシウム水溶液（対照薬剤）	200 倍・24 時間浸漬	589	0.8	0.5	1.3	95.6	—
無 処 理		574	11.8	17.8	29.6	—	—

にする。

（1）食酢の抗菌活性²⁾

食酢（酢酸）は、イネもみ枯細菌病菌、イネ苗立枯細菌病菌、イネばか苗病菌、イネいもち病菌などを含む、

試験に供したすべての植物病原細菌および糸状菌に対し抗菌活性を示した（第1表、第2表）。この活性は、糸状菌より細菌に対して強く、また、糸状菌の中では概して鞭毛菌亜門および担子菌亜門に属する菌株に対して強く

第1図 イネもみ枯細菌病菌 (*Pseudomonas glumae* NCI 17017) の生菌数に及ぼす食酢 (酢酸) の影響

第2図 イネばか苗病菌 (*Fusarium moniliforme* NCI 5440) の生菌数に及ぼす (食酢) 酢酸の影響

対照区 (培地 pH 5.0)

食酢区 (酢酸として 0.10%)

食酢区 (酢酸として 0.14%)

食酢区 (酢酸として 0.18%)

第3図 イネばか苗病菌 (*Fusarium moniliforme* NCI 5440) の分生孢子発芽に対する食酢 (酢酸) の影響

*: 試験は培地 pH 5.0 に調整した PD 寒天平板培地で行った。

第4表 イネばか苗病に対する酢酸液剤の効果

(島根農試 昭和63年)

供 試 薬 剤	処 理 方 法	調査苗数 (本)	発 病 苗 率 (%)			防除価	薬 害
			徒長苗率	枯死苗率	発病苗率 合 計		
酢酸液剤	20 倍・24 時間浸漬	522.7	10.0	0.1	10.1	88.3	—
チウラム・ベノミル水和剤 (対照薬剤)	20 倍・10 分間浸漬	555.3	10.9	0	10.9	87.3	—
	200 倍・24 時間浸漬	527.3	17.3	0.1	17.4	79.8	—
	0.5%・湿粉衣	539.0	7.0	0	7.0	91.8	—
無 処 理		503.3	84.5	1.4	85.9	—	—

第5表 イネごま葉枯病に対する酢酸液剤の効果 (宮城県農業センター 平成3年)

供 試 薬 剤	処 理 方 法	発 病 苗 率 (%)			防除価	薬 害
		枯死・葉鞘	葉	合 計		
酢酸液剤	20 倍・24 時間浸漬 風乾無し	5.1	0.5	5.6	65.6	—
ベフラゾエート水和剤 (対照薬剤)	0.5%・湿粉衣 風乾有り	5.3	1.6	6.9	57.7	—
無 処 理		14.3	2.0	16.3	—	—

第6表 イネ褐条病に対する酢酸液剤の効果 (北海道中央農試稲作 平成4年)

供 試 薬 剤	処 理 方 法	発病苗率 (%)	防除価	薬 害
酢酸液剤	20 倍・24 時間浸漬 風乾無し	0.2	99.4	—
オキシソニック酸水和剤 (対照薬剤)	20 倍・10 分間浸漬 風乾有り	1.1	96.6	—
	200 倍・24 時間浸漬 風乾有り	1.7	94.8	—
チウラム・ベノミル水和剤 (対照薬剤)	20 倍・10 分間浸漬 風乾有り	0.9	97.2	—
	200 倍・24 時間浸漬 風乾有り	13.0	59.9	—
無 処 理		32.4	—	—

第7表 イネ苗立枯細菌病に対する酢酸液剤の効果 (千葉県防除所 平成4年)

供 試 薬 剤	処 理 方 法	発病苗率 (%)	発病度	防除価	薬 害
酢酸液剤	20 倍・24 時間浸漬	1.7	0.9	98.0	—
オキシソニック酸水和剤 (対照薬剤)	200 倍・24 時間浸漬	20.0	7.9	82.6	—
無 処 理		96.0	45.4	—	—

第8表 イネいもち病に対する酢酸液剤の効果

(日植防研 平成5年)

供 試 薬 剤	処 理 方 法	調査 苗数 (本)	発 病 苗 率 (%)					総発病 苗 率 (%)	防 除 価	薬害
			不完 全葉	1 葉	2 葉	3 葉	枯死			
酢酸液剤	20 倍・24 時間浸漬	305	0	0	0	0	0	0	100	—
チウラム・ベノミル水和剤 (対照薬剤)	200 倍・24 時間浸漬	307	0	0	0	0	0	0	100	—
無 処 理		304	9.6	7.1	0	0.4	9.0	26.1	—	—

第9表 酢酸液剤の適用病害虫の範囲および使用方法

作物名	適用病害虫	希釈倍数 (倍)	使用時期	総使用回数	使用方法
イ ネ	もみ枯細菌病	20~50	浸種前	1 回	24時間 種子浸漬
	ばか苗病	20			

なる傾向が認められた。植物病原細菌に対する食酢（酢酸）の最小生育阻止濃度（MIC）は pH 5.0 では 0.02～0.05% であったが、pH 6.0 では 0.02～0.15% に上昇した。植物病原細菌で認められた傾向は植物病原糸状菌でも同様に認められ、pH 5.0 の MIC は <0.01～

第4図 蒸留水中でのイネもみ枯細菌病菌 (*P. glumae* NCI 17017) およびイネばか苗病菌 (*F. moniliforme* NCI 5440) の生菌数に及ぼす食酢 (酢酸) の影響

0.75%であったが、pH 6.0 では0.02%~1.0%となった。

酸性抗菌物質の効果が低 pH で増すことは一般に知られているが、食酢 (酢酸) の場合も例外ではなく MIC は培地の pH によって変化した。有機酸類の抗菌活性が pH に左右されることから、作用の主体がその非解離分子にあると推察されている¹⁰⁾。食酢 (酢酸) の抗菌活性も非解離分子によるところが大きく、食酢 (酢酸) は同濃度でも非解離分子が多く存在する低 pH では殺菌的に作用し、高 pH では静菌的にイネもみ枯細菌病菌およびイネばか苗病菌の生育を抑制した (第1図, 第2図)。また、イネばか苗病菌の分生胞子に対する強い発芽抑制効果が観察された (第3図)。食酢 (酢酸) の抗菌作用機作は複雑で、細胞膜を通過した非解離分子による細胞内原形質タンパク質の変性¹¹⁾、エネルギー代謝阻害¹²⁾、アミノ酸取り込み阻害¹²⁾、細胞内 pH の低下¹³⁾等と推定されているが、詳細については未だ明らかにはされていない。合成化学農業においては、薬剤耐性菌の出現が問題となるが¹⁴⁾、作用機作が複雑であることから、酢酸に対する耐性菌の出現の危惧はほとんどないと思われる。このことは、農業 (殺菌剤) として利用する上で、利点の一つと考えられる。

(2) イネ病害の防除³⁾

食酢 (酢酸) が植物病原細菌および糸状菌に対して強

い抗菌活性を示すことが判明したので、食酢を主体とする 4.8% 酢酸液剤 (商品名: モミユース液剤) を作成し、種子消毒によるイネの種子伝染性病害の防除効果を検討した。その結果、主要な病害である、イネもみ枯細菌病、イネばか苗病、イネごま葉枯病、イネ褐条病、イネ苗立枯細菌病、イネいもち病に対して対照薬剤と同等の防除効果を示した (第3~8表)。そこで、農薬登録を取得し (第 18020 号)、現在は、イネもみ枯細菌病、イネばか苗病への適用を持つ種子消毒剤として実用化されている。その使用法は、20~50 倍希釈液への 24 時間種粒浸漬である (第9表)。本剤の 20 倍希釈液の pH は約 3 であるため、薬液浸漬時には殺菌的に作用すると考えられる (第4図)。また、薬液浸漬後、軽く液切りをして浸種、芽出しを行うが、その際浸種液に移行する酢酸が静菌的に作用して菌数を低く抑えるため、これらの病害に対する防除効果が得られるものと考えられる。

本剤のような環境にやさしく、そして安全性の高い農業に対する現場での期待は大きく、その利用場面はイネの種子消毒剤のみにとどまらなく考える。現在、種子消毒剤としての適用拡大の他に、イネの細菌病や糸状菌病に対する本田散布剤としての応用や、野菜病害防除剤などへ応用を検討中である。

2. その他の非食品分野への利用

日常生活における非食品分野への食酢の利用として、マホービンのフレックス生成防止、タバコのヤニ取りなど多くの利用法が古くから知られている。これらの使用法については他の解説¹⁵⁾に譲り、ここでは、最近のトピックスとして、ゴルフ場資材、畜産資材としての食酢の利用例を取りあげ、以下に簡単に述べることにする。

(1) 土壌改良材としての利用^{16~20)}

キトサン分解物および可食植物抽出液を添加した食酢が芝草地の土壌改良材 (商品名: プログリーン) として利用されている。本資材は、近年、化学合成物による環境汚染が社会問題化してくるなか、ゴルフ場向けに開発されたものである。これを芝草地に散布すると、土壌中の有益な微生物の増殖が促され、それに伴い植物病原菌など有害な微生物の菌数が低レベルに維持される。このような土壌環境の改善によって根群の発育が旺盛になり (第10表)、病害にかかりにくい健全な芝が育成される。

(2) 飼料としての利用^{21~23)}

食酢を混合した飼料 (商品名: サングロウ) が牛の肥育向上用に利用されている。現在の肉牛の飼いは穀物等の濃厚飼料を主体とした飼料形態がベースになっている。これは粗飼料と比べ、非常に分解速度が速く、唾液の分泌機能が十分に引き出されないためにルーメン内の

第 10 表 コウライシバに対する食酢利用土壌改良材の生育促進効果

(西日本グリーン研究所 平成 2 年)

薬 剤 名	使用量	茎葉乾物重 (g/ポット)	根乾物重 (g/ポット)
		平均 (5 反復) (収量指数)	平均 (5 反復) (収量指数)
無 処 理 区		2.95 (100%)	0.74 (100%)
食酢利用土壌改良材区	2.0 ml 区	2.50 (85%)	0.78 (105%)
	4.0 ml 区	3.15 (107%)	0.79 (107%)
	10.0 ml 区	3.28 (111%)	0.98 (132%)
クロレラ抽出物液剤区 (対照薬剤)	1.0 ml 区	2.84 (96%)	0.79 (107%)

第 11 表 食酢混合飼料給与試験結果

	対 照 区	試 験 区
増体日量 (D. G.)	0.28 kg (100%)	0.35 kg (125%)
濃厚飼料要求率	20.3 (100%)	16.0 (79%)
粗飼料要求率	3.9 (100%)	2.5 (64%)
増体日量 (D. G.)	0.25 kg (100%)	0.31 kg (124%)
濃厚飼料要求率	25.2 (100%)	17.9 (71%)
粗飼料要求率	5.2 (100%)	3.3 (64%)

注) 出荷前 2 ヶ月間、黒毛和種肥育牛に対し実施した試験。

pH の調節ができず、ルーメン内が酸性化するルーメンアシドーシスを起こしやすい状況になる。このような状況下において、食酢混合飼料を短期間で少量給与すると、唾液の分泌が促進され、ルーメン内の環境が改善される。その結果、肥育成績が向上する (第 11 表)。

お わ り に

以上、発酵食品の一つである食酢の非食品分野への最近の利用例を紹介した。化学合成物による環境汚染が社会的な問題として取りあげられているなか、安全性に問題のない発酵食品からなる安全農薬の使用による醸造原料の安全性の確保等、我々に馴染み深い発酵食品が環境保全に絡む隠れた場面でささやかながら貢献していることを意外に感じた読者諸氏も多いと思う。誌面の都合で、農薬 (殺菌剤) としての利用以外は簡単にしか紹介できなかった。興味のある方は直接文献を参照していただきたい。

本稿の内容は本誌に余り馴染まないこともあり、筆を執るのにいささか躊躇したが、本稿により発酵食品の意外な利用法について、少しでも読者諸氏に興味を持っていただけたならば幸いである。

<(株)中基酢店研究所>

文 献

- 菅野幸一：調理科学，25，341 (1992)
- 円谷悦造，妹尾正行，伊東一博，奥村 一，川村吉也：日植病報，58，606 (1992)
- 円谷悦造，妹尾正行，伊東一博，奥村 一，川村吉也：日植病報，58，607 (1992)
- 栗本末弘：天然物利用による食品の保存技術 (好井久雄ほか編)，p. 12 衛生技術会 (東京) (1981)
- 円谷悦造，大山尚毅，川村吉也，正井博司：特許公報昭 57-21241，p. 1 (1982)
- 河本征臣，木村俊彦：中国農試報，E 21，21 (1983)
- 円谷悦造，伊東一博，川村吉也，大野正司，吉田重方：芝草研究，20，45 (1992)
- 農林水産省農蚕園芸局植物防疫課監修：農薬要覧，p. 500 日本植物防疫協会 (東京) (1993)
- 木曾 皓：今日の農業，3 月号，p. 226 (1994)
- 野本正雄，奈良橋快子，新川保太郎：農化，29，805 (1955)
- 岡 智：日食工誌，12，338 (1979)
- 芝崎 勲：醸酵工学，57，164 (1979)
- H. E. RUBIN, T. NERAD and F. VAUGHAN: J. Dairy Sci., 65, 197 (1982)
- 行本峰子：植物防疫講座第 2 版—農薬・行政編 (山田昌雄ほか編)，p. 42 日本植物防疫協会 (東京) (1989)
- 棚田敬康：フードケミカル，2 月号，p. 42 (1987)
- 竹間 肇，幸村陽子，榊原宣芳，妹尾正行，伊東一博，円谷悦造：芝草研究，22，117 (1993)
- 妹尾正行，伊東一博，円谷悦造，幸村陽子，竹間肇，榊原宣芳：芝草研究，22，117 (1993)
- 幸村陽子，竹間 肇，榊原宣芳，妹尾正行，伊東一博，円谷悦造：芝草研究，23，印刷中 (1994)
- 妹尾正行，伊東一博，円谷悦造，幸村陽子，竹間肇，榊原宣芳：芝草研究，23，印刷中 (1994)
- 円谷悦造，妹尾正行，伊東一博：芝草研究，23，印刷中 (1994)
- 安田三郎，福田知彦：肉用牛研究会報，52，28 (1991)
- 日向智之，安田三郎：肉用牛研究会報，54，14 (1992)
- 日向智之，宗森政典，加藤雅己：畜産の研究，48，581 (1994)