

市販ペクチナーゼ剤によるブドウ酒の清澄について

飯野修一・渡辺正平

Clarification of Wines by Marketing Pectinase

Shuuihi IINO and Masahira WATANABE

要 約

市販の各種ペクチナーゼ剤を発酵終了時の白及び赤ブドウ酒に添加して各種条件による清澄効果を検討した。

1. 三協(株)のスクラーゼN、ヤクルト(株)のペクチナーゼ3 S及び田辺製薬(株)のペクチナーゼ「タナベ」、以上三種類の市販ペクチナーゼ剤は同様の効果が認められた。ペクチナーゼ3 Sは水溶性が他のものよりもやや良好であった。
2. 添加前に加熱処理(65℃で10分加熱して冷却)することにより白ブドウ酒では良好に清澄したが赤ブドウ酒では加熱処理及び酵素添加の有無に拘わらずその程度はやや低いものの清澄化が認められ、白ブドウ酒の場合とは異なった。
3. ペクチナーゼ3 Sを用いて各種条件による清澄効果を調べたところ、白ブドウ酒では0.0015%(W/V)の少量添加でも効果が認められた。またpHの影響は認められたが、温度(10℃、25℃)の影響は果汁の場合ほど顕著でなく、SO₂(50~1,500ppm)の影響は認められなかった。
4. 酵素剤添加による清澄の後の火入れ(65℃、10分)の場合、ブドウ酒は再混濁した。これは白ブドウ酒では遠心処理(3,000rpm、5分の遠心分離)により容易に清澄したが、赤ブドウ酒では困難であり、ブドウ酒の種類により差が認められた。
5. 官能審査で酵素剤添加の白ブドウ酒の場合、香気が単調になることがあるので使用量をできるだけ少なくするのが望ましいと思われた。

1. 緒 言

ブドウ酒の滓は発酵終了直後、果肉や酵母が主であるが、その後は酒石や混濁物質(蛋白質、ペクチン質、ポリフェノール物質とそれらの金属結合体)が沈降する¹⁾。ブドウ酒醸造においてはカビから精製されたペクチナーゼ酵母剤を果実の破碎時に用いて压榨を容易にし、搾汁量の増加や原料果汁の滓下げを図ることは²⁻⁹⁾よくおこなわれ、これまでペクチナーゼ酵素剤を果汁や発酵中のモロミに添加した場合の滓下げ効果^{3,4,6)}、色素やタンニンの溶出増加⁵⁾、酒石の沈降促進⁷⁾、及び波味の増加など^{4,6,9)}が報告されている。

一方、ブドウ酒における清澄は従来、ペントナイトあるいはゼラチン・タンニンによる荷電の違いを利用した方法が行われているが、元液の調整や滓量の増加など操作上やや労力を要する。そこ

で著者らはブドウ酒の清澄剤として市販酵素剤の利用はやや日数を要するものの操作は簡単であり、滓量も少なく¹⁰⁾、その利点は大きいと考え、発酵終了直後の生成酒に市販ペクチナーゼ剤を添加してその清澄効果を調べた。

2. 実験方法

2-1 市販ペクチナーゼ剤

三共(株)のスクラーゼN(以下SNと略)、ヤクルト(株)のペクチナーゼ3 S(PS)及び田辺製薬(株)のペクチナーゼ「タナベ」(PT)、以上の3種類の酵素剤を用いた。

2-2 供試果汁及びブドウ酒

甲州種ブドウを破碎、压榨して得た果汁、また常法により醸造した発酵終了直後の甲州酒(白ブドウ酒)及びマスケット・ベリーA酒(赤ブド

ウ酒)を用いた。

2-3 滓下げ及び清澄試験

果汁またはブドウ酒100mlを100ml容三角フラスコに取り、これに各ペクチナーゼ酵素剤の5% (W/V) 水溶液を所定濃度になるように添加した。そして30回程度、手でよく振って混合してから、所定の温度で静置した。

2-4 分析

2-4-1 濁度と清澄

酵素処理ブドウ酒の上層を3,000rpm、5分間の遠心分離後、その上澄を濁度計 (Arrows製のFerromic meter AT-11) を用いて測定し、濁度が40以下を清澄したものと見なした¹⁾。

なお濁度計で測定不可能な強い濁りは日立製分光光度計191による吸光度 (OD₆₀₀) で示した。

2-4-2 アルコール、エキス、SO₂及びpH
アルコール、エキスは国税庁所定分析法²⁾、SO₂はRANKINE法³⁾及びpHはHITACHI - HORIBA製のpHメーターを用いて測定した。

2-4-3 低沸点香氣成分

ガスクロマトグラフィーによった。試料を0.45 ml ミクロフィルターでろ過後、5 µl を注入した。供試カラム及び操作条件は清水ら⁴⁾の方法に

表1 ガスクロマトグラフィーの操作条件

機種	種: 島津 GC-9A (FID)
使用カラム	20%PEG20MクロモゾブルW (60~80メッシュ) 3φ×3100mm
気化室温度	300°C
検出器温度	300°C
カラム温度	50°C~80°C (4°C/分) → 80°C~110°C (30°C/分) → 110°C, 13分
キャリアーガス	窒素 40ml/分

準じ、表1に示した。

2-4-4 官能審査

当センター職員2名の専門パネラーで行った。

3. 実験結果及び考察

3-1 ブドウ果汁の滓下げ

常法により調製した甲州種のブドウ果汁にスクラレーゼNを添加した時の温度及びSO₂濃度の違いによる滓下げ効果を表2に示した。SO₂による影響は認められなかったが、温度による効果は40°C、20°C、10°Cの順に大きく、40°Cでは5時間目にはほぼ滓下がり終了し、良好であった。

3-2 各種白ブドウ種の滓下がり

常法どおり発酵停止時にSO₂150mg/Lを添加して、その後の各種白ブドウ酒の滓下がりを吸光度

表2 ペクチナーゼ剤添加による果汁の滓下げ

ペクチナーゼ SO ₂ 剤添加量 添加量(mg/l)	放置時間(hr)	40°C			20°C			10°C		
		3	5	48	3	5	48	3	5	48
0	0	—	—	0.053	—	—	* ²⁾	—	—	0.073
(%, W/V)	0	0.082	0.052	0.043	0.132	0.101	*	0.241	0.197	0.048
	25	0.062	0.054	0.040	—	—	—	—	—	—
0.03	50	0.071	0.061	0.049	0.142	0.124	*	0.232	0.187	0.047
	100	0.069	0.050	0.037	0.156	0.105	0.040	0.253	0.196	0.046
	200	0.061	0.047	0.040	—	—	—	—	—	—

1) スクラレーゼN使用、2) 表中の数字は吸光度 (OD₆₀₀)、元果汁は1.200、3) *は発酵、供試果汁：甲州種ブレスラン果汁、pH3.64、遊離SO₂、38ppm、総SO₂ 80ppm

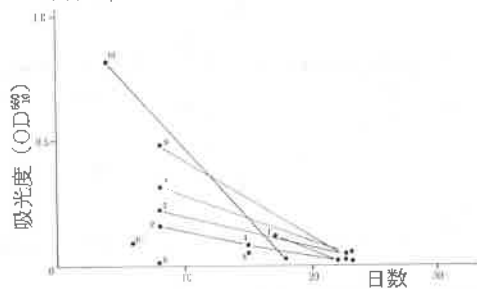


図1 発酵停止直後における白ブドウ酒の滓下がり

供試ブドウ酒 (10種) の平均分析値 (X: 平均値, S: 標準偏差)、比重: X=0.990 (S=0.001)、アルコール: X=13.9 (S=0.6)、エキス: X=2.13 (S=0.24)

(OD₆₀₀) で調べ、図1に示した。SO₂添加後20日前後にはすべて吸光度は0.02~0.05まで低下しており、この間の滓下がりは比較的急速であり、死滅した酵母や果肉の大きい粒子が急速に沈澱¹⁾したものである。しかしこれ以後の滓下がりは非常に緩慢であり、清澄のためには相当長時間の放置が必要¹⁰⁾と思われた。

3-3 各ペクチナーゼの溶解性

水に対する溶解性はPSが最も良好であり、5

% (W/V) までよく溶解してほとんど清澄したが、10% (W/V) ではやや混濁が残った。一方、PT及びSNは1% (W/V) でもやや混濁が残り、各酵素剤の溶解性に差が認められた。

3-4 各ペクチナーゼ剤によるブドウ酒の清澄効果

3-4-1 供試ブドウ酒

供試ブドウ酒2点のアルコール含量、pH及び濁度などを表3に示した。白及び赤ブドウ酒の濁度はいずれも100以上あり、この時の吸光度 (OD₆₀₀) は前者が0.039、後者が0.422であった。なお、さらに遠心分離 (3,000rpm、5分) したが、濁度は前者が75 (吸光度0.019)、後者が100以上 (吸光度0.255) とまだ高く、沈降しにくい混濁物質が存在した。

表3 供試ブドウ酒

種類	成分	アルコール % (V/V)	エキス g/dl	pH	吸光度 (OD ₆₀₀)	濁度	遊離SO ₂ mg/l
白ブドウ酒		13.0	3.25	3.53	0.039 (0.010)	100以上 (75)	128
赤ブドウ酒		10.6	1.77	3.80	0.422 (0.255)	100以上 (100以上)	3

() 内は遠心分離 (3000rpm、5分) 後の値

3-4-2 各ペクチナーゼ剤による清澄

白ブドウ酒に各ペクチナーゼ剤を添加しても図2に示すように、明らかな効果は認められなかったが、供試ブドウ酒を予め加熱処理 (65°C10分の加熱後、冷却) すれば、2日目には明らかに白いモヤモヤしたフロックが形成されており、7日目には濁度10程度の良好な清澄が認められた。これを図3に示した。またこの時、10°C静置の方が25°Cの場合よりもやや効果は強く、これは低温での凝集効果が大きくなるためなのか、前述の果汁の場合とは異なった。この加熱処理による酵素剤の清澄効果促進の原因については明らかにできなかったが、清酒での酵素 (プロテアーゼ) 使用の滓下げにおいては火入れ殺菌後の清酒で行われており、また混濁物質である蛋白質の変性が清澄に有効であることも指摘¹⁰⁾されている。一方、図4に示す様に赤ブドウ酒ではペクチナーゼ剤添加及び加熱処理の有無に関わらず、程度はやや低いものの清澄が認められ、酵素剤添加の効果ははっきりしなかった。従って赤ブドウ酒ではブドウの破碎後、

1週間程度の果皮や種子との接触 (カモン仕込み) が行われるので果皮由来のペクチナーゼの含量やペクチンの分解程度が白ブドウ酒とは異なるものと推定された。

3-4-3 清澄効果に及ぼす各種条件の影響
市販ペクチナーゼ剤のPSを用いて10°Cで静置した場合の酵素剤添加量及びpHの影響を調べた。

前述のように白ブドウ酒では加熱処理後の酵素剤添加により、明らかな効果が認められた。酵素剤の添加は0.0015%と、かなり少量でもよく (図5)、pHもブドウ酒の一般的なpHである3~4で効果が認められ、特にpHが3程度が良好でpH2では効果はなかった (図6)。なおSO₂の添加は1,500mg/Lと通常の使用量に比べてはるかに

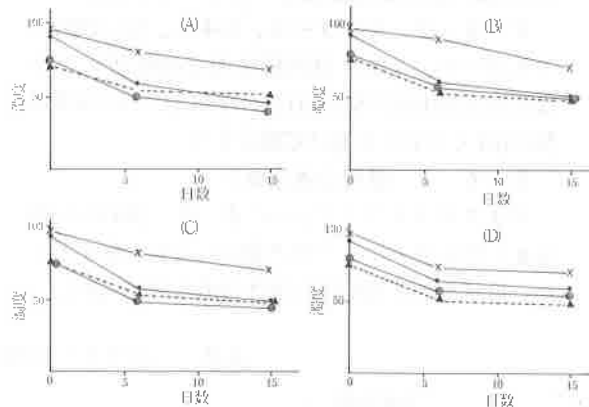


図2 白ブドウ酒におけるペクチナーゼ剤の清澄効果

但し(A),(B): 酵素剤0.05% (W/V) 添加で前者は25°C、後者は10°C放置
(C),(D): 酵素剤0.02% (W/V) 添加で前者は25°C、後者は10°C放置
酵素剤: ▲---▲無添加、●---●PS、○---○PT、×---×SN

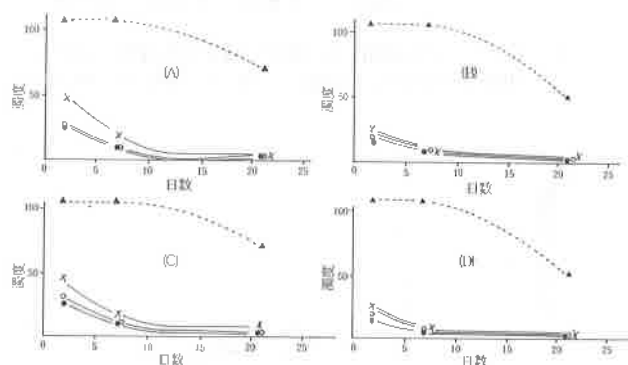


図3 加熱処理した白ブドウ酒におけるペクチナーゼ剤の清澄効果

(記号は図2を参照)

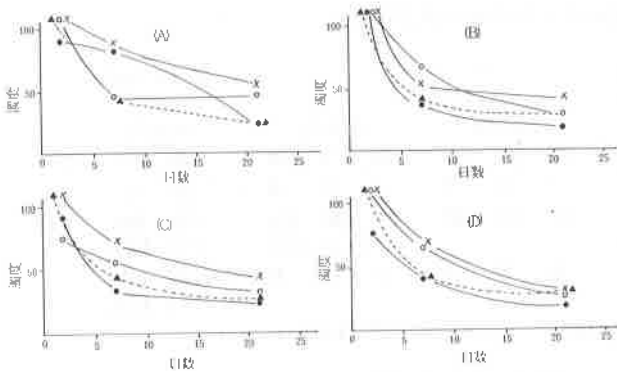


図4 加熱処理した赤ブドウ酒におけるペクチナーゼ剤による清澄効果 (記号は図2を参照)

多量でも清澄に対する阻害は認められなかった(図7)。また図8に示すように赤ブドウ酒についてもpHの影響が大きく、前述のように加熱処理なしでもpHが3.5と4.0でかなり効果が認められた。また加熱処理によりpH3.0で効果は認められた。

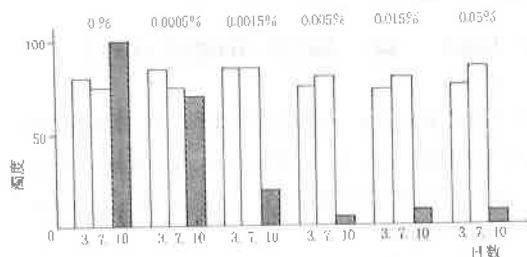


図5 ペクチナーゼ剤添加量と清澄効果

供試ブドウ酒: 白ブドウ酒、加熱処理: 7.111、酵素剤添加量: 0.05% (W/V)

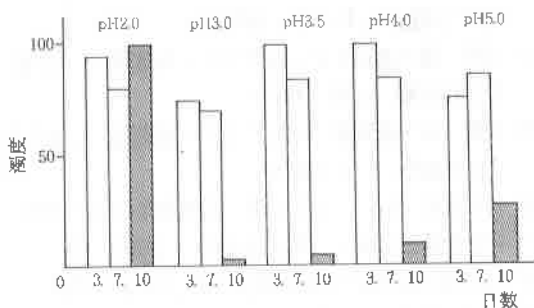


図6 ペクチナーゼ剤添加酒のpHと清澄効果 (白ブドウ酒)

加熱処理及び酵素剤添加量は図5参照

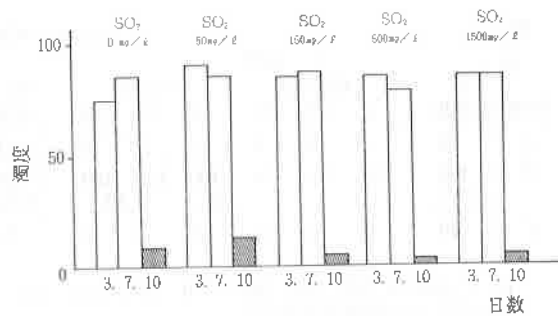


図7 ペクチナーゼ剤添加酒のSO₂と清澄効果

供試ブドウ酒、加熱処理及び酵素剤添加量は図5参照

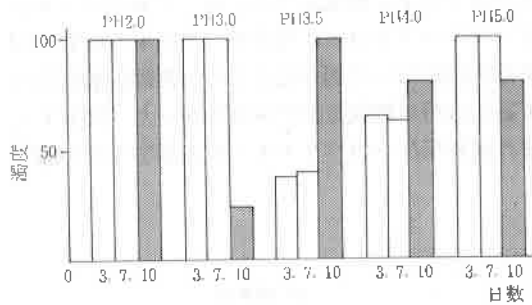


図8 ペクチナーゼ剤添加酒のpHと清澄効果 (赤ブドウ酒)

加熱処理及び酵素剤添加量は図5参照

3-4-4 ペクチナーゼ剤添加酒の熱安定性
酵素剤を添加して清澄した酒を再度65°C、10分間、加熱処理したところ、表4に示すように再混濁が認められた。しかし、白ブドウ酒ではこの混濁は遠心分離処理(3,000rpm、5分)により清澄したので、比較的大きい粒子の除去しやすいものであり、たぶん使用したペクチナーゼ剤による蛋白混濁と思われた。さらにこの清澄したものを加熱処理しても混濁は生ぜず、安定していた。一方、赤ブドウ酒での再混濁は除去できず、ここでも白ブドウ酒との違いが認められた。

3-5 各ペクチナーゼ剤添加酒の酒質

各酵素剤の添加酒について啗酒を行ったが、いずれも特に香味に影響は認められなかった。しかし、多量添加(0.05%、W/V)の白ブドウ酒(PS及びPT)がやや香が単調になったように感じられたので、使用量できるだけ少なくすること

表4 ペクチナーゼ剤添加清澄ブドウ酒の熱安定性

供試酒 処理 ²⁾	白ブドウ酒												赤ブドウ酒			
	10℃						25℃						10℃			
	無 添加	0.02%			0.05%			無 添加	0.02%			0.05%			0.05%	
	3S	PT	SN	3S	PT	SN		3S	PT	SN	3S	PT	SN	3S	SN	
A	50	2	3	3	1	3	3	72	3	3	8	2	2	3	25	55
B	100 以上	70	53	60	100 以上	100 以上	100 以上	100 以上	55	63	70	92	100 以上	100 以上	100 以上	100 以上
C	80	0	5	5	0	0	0	95	0	9	4	0	0	0	100 以上	100 以上

1) A: 清澄ブドウ酒 (図3, 図4), B: Aを火入れ (65℃, 10分加熱), C: Bを遠心分離 (3,000rpm, 5分)

2) ペクチナーゼ剤添加後21日目

が望まれた。なお濃厚な酵素剤水溶液 (5%、W/V) にもやや刺激臭が感じられたので、ブドウ酒中で含量が比較的多い低沸点の香り成分 (アセトアルデヒド、酢酸エチル、n-プロパノール、イソブチルアルコール及びイソアミルアルコール) を添加酒について調べたところ、無添加酒に比べて香り成分の増減は認められなかった (図9)。また破碎果汁へのペクチナーゼの添加では小原⁹⁾

や萩野⁸⁾は適量の使用で香味は向上するが、過剰では酒質は落ち、やや渋みを呈すると報告し、また小原⁹⁾は白ブドウ酒において褐変を促進する恐れがあるのでペクチナーゼ剤に共存する蛋白分解酵素の少ないものがよいことを指摘している。

最後に終始、有益なご助言をいただきました山梨大学の後藤昭二教授に厚くお礼を申し上げます。

文 献

- 1) 大塚兼一 編: 「醸造学」 (株) 養賢堂 (1981) P136
- 2) 石井茂孝・横塚 保: 化学と生物, 11, 376 (1973)
- 3) CRUESS, W. V.: The Principles and Practice of Wine Making, Avi. Publ. Co. New-York (1955)
- 4) 小原 巖・榎田忠衛・野々村英夫: 醸協, 50, 463 (1955)
- 5) 遠藤 章: 発酵工学, 39, 39 (1961)
- 6) 遠藤 章: 日食工誌, 10(6), 237 (1963)
- 7) 曾根公平・加賀美元男・大村 智・高山政則: 山梨大学発酵研, 11, 45 (1964)
- 8) 萩野 敏・渡辺正平・加賀美久・風間敬一: 山梨食工指研報, 5, 43 (1973)
- 9) 萩野 敏・飯野修一・加賀美久・風間敬一: 山梨食工指研報, 8, 1 (1976)
- 10) 寺本四郎 編: 「醸造工学」 光琳書院 (1969) P84
- 11) 日本醸造協会編: 「新酒造技術」 (1970) P132
- 12) 日本醸造協会編: 国税庁所定分析法注解 (1974)
- 13) RANKINE, B. C.: Aust Wine Brew and Spir Rev, 80(5), 14 (1962)
- 14) 清水純一・渡辺正澄: 園学雑, 50(3), 384 (1981)

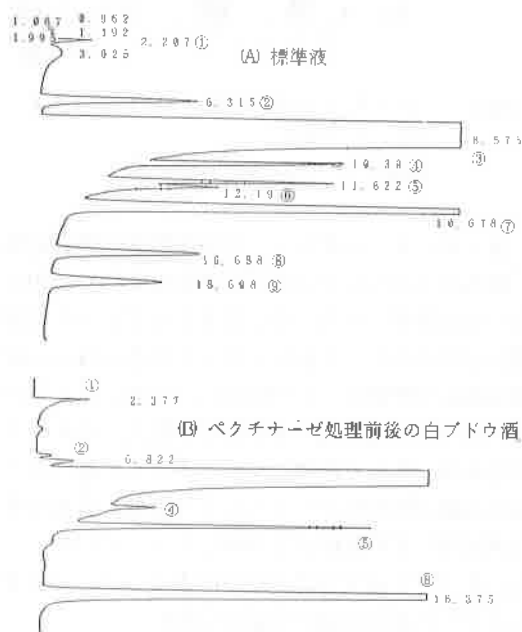


図9 酵素処理した白ブドウ酒の低沸点香り成分

①アセトアルデヒド (100ppm) ②酢酸エチル (100ppm) ③エチルアルコール ④n-プロパノール (50ppm) ⑤イソブチルアルコール (50ppm) ⑥n-ヘキサナール (50ppm) ⑦n-ブタノール (250ppm) ⑧イソアミルアルコール (50ppm) ⑨t-2-ヘキサナール (50ppm)

図中数字は保持時間 (分)