

港湾の海底を食品貯蔵庫として利用する研究

鉄 多加志¹⁾ 合志 明倫²⁾ 後藤 慶一³⁾

Studies on using of the ports' seabeds as foodstorage

Takashi Tetsu, Akinori Goshi, Keiichi Goto

Abstract

Until now, the seabed of ports and harbors has been largely unused, and there have been only a few cases of active use of the area. In this study, we hypothesized that the commercial use of the unused port seabed could be promoted by submerging potable water that is warehoused on land in the seabed and managing it. In addition, in order to provide evidence that seabeds storage will have a positive impact on the goods being managed, tests will be conducted on alcoholic beverages and other beverages that are expected to change, in order to accumulate data that will promote the use of seabeds storage. In this paper, it was tested within the Port of Shimizu in Shizuoka Prefecture in 2021. The results of this research are expected not only to promote the use of the seabed in ports and harbors, but also to expand the scope of work for professional divers through installation, salvage, and condition surveys.

Keywords: Food storage; Ports' seabeds; Changes in compounds;

1. はじめに

1-1 海底における熟成について

熟成とは、食料品やアルコールを含む飲料など、それぞれの保存に適した一定の条件下で様々な外的な影響(温度、湿度、光、振動など)によって、ゆっくりと食品の品質が向上する化学変化や物理変化が起きることを指し、ワインなどの酒類では一般的にアルコールと水の分子が結合し、まろやかさと共に熟成香が発現するとされる(2012, 児島)。海底における熟成とは、上記で述べた過程を海底に貯蔵することで何らかの変化を求めるための工程であり、このような熟成は日本国内の各地でみられ、これまでも経験的に漁業従事者が自らの酒を海に沈めて、各自が楽しんできている。また近年では、フィンランド沖で難破船から200年前のシャンパンが引き揚げられ、スウェーデン沖では80年前のシャンパンがほぼ完ぺきな状態で発見され、引き揚げの際

には世界的なニュースになった(2010, AFPBBN EWS)。これら引き揚げられたシャンパンの試飲時には、いずれも香り豊かなものと評された。これは、海底に長期間沈んでいた際に、その環境が熟成にとって適した環境であったため、意図せず奇跡的に熟成が良好に進んだ結果として得られたと考えられる。ところが中には、地中海で引き揚げられたカンパニアの壺に入った葡萄酒のように、二千年もの長い時間が経過してしまうと味や香りが良くなるという期待感だけが高まり、旨味や芳醇な香りが消失してしまうケースもある(1970, 工藤)。このように、海がロマンに溢れている場所であることや沈没船のエピソードに影響を受け、日本においても各地で海底における貯蔵が行われ始めている。そしてそれらの酒類についても、味や香りに変化が生じるとされており、その味に対する評価は一律に高く、海底で一定期間貯蔵されたものは、瓶にフジツボや貝殻が付着することで古びた雰囲気とともない(Fig. 1)、消費者の興味

1) 東海大学海洋学部 海洋生物学科, 2) 東海大学海洋学部, 3) 東海大学海洋学部 水産学科 〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸3-20-1
Department of Marine Biology, Department of Fisheries School of Marine Science and Technology, Tokai University, 3-20-1 Orido, Shimizu-ku, Shizuoka-shi, 424-8610, Japan
(2023年11月13日受付 / 2024年1月22日受理)

を高める効果があり、実売されていた価格の数倍の金額で売買されている。しかしながら、海底貯蔵による味の変化を証明する科学的な根拠はほとんどない。



Fig.1 Bottle decorated with Shells

1-2 本研究の目的

酒の海底貯蔵によって生じる変化に対して、新しい商品や付加価値を高めた酒類の販売方法を提案できることが可能である。また、飲食業界の低迷によって影響を受けている酒販業界への救済となることも期待される(2021, 国税庁)。本研究では静岡市・清水港の海底に県産ワインや日本酒、茶葉を貯蔵して、それによって生じる味覚成分の変化を科学的に明らかにすることで、海底貯蔵酒としてニーズの拡大をはかり、関連する業界の発展や静岡県産酒類の新たなブランディングによる地域活性化を目標として検討を行い、これを目的の1つとした。

更に、この貯蔵方法が確立されることにより海底を利用した新たな食品の貯蔵庫産業として、これまで未利用であった港湾および漁港などの静音域における海底の活用方法になる可能性が考えられる。そのため、今後同様な貯蔵を計画や検討する場合を想定し、設置場所の選定に関して、今回行った方法論をまとめておくとともに、港湾内の空間利用時に調整すべき主体や配慮すべき点を整理する。また、本件で実施した設置方法や使用した材料を公開し、台風襲来後の状況に関して報告する。

2. 貯蔵対象および方法

2-1 供試ワイン

今回の海底貯蔵の試験研究では赤ワイン2種、白ワイン3種の合計5種類各6本を供試ワインとして用いた(Table1)。これは、味覚分析用及び破損を想定した予備として本数を設定している。貯蔵は2021年5月27日～11月11日の約5ヶ月半の間、清水港内の水深2.5mに設置した。なお、供試ワインに加えて日本酒と緑茶葉を同時期に沈めているため、試験用のプラケースの数が多くなっている。

Table1. Provisional test Wine

No.	Name	Type	Bottles
1	Melot	red	6
2	Petit Verdot	red	6
3	Chardonnay	white	6
4	Riesling Dry	white	6
5	Riesling Sweet	white	6

2-2 海底貯蔵

2-2-1 準備

2-2-2 蠟付け方法

ワインの海底貯蔵を行う際に、海水の侵入を防ぐため、ワインボトルの瓶口上部8cmほどを蠟で覆った。電気鍋で蠟を180度ほどに加熱して溶かし、この中にワインの栓が全て覆われるように蠟付けした。

2-2-3 識別方法

海底貯蔵中に供試ワインのラベルが剥がれ、その状態では銘柄の判別が出来なくなってしまう事が予測される。それぞれの識別を可能とするため、蠟付け後に銘柄ごとに結束バンドを用いて色と本数によって識別し、ラベリングを行った(Fig. 2)。

2-2-4 遮光方法

海中とは言え、貯蔵ワインにも紫外線を含んだ光源によるダメージが危惧されるため(2012, 右田)、太陽光の影響を受けないようにワインボトルの全体が覆われるようにアルミホイルを二重に巻いて遮光を行った。



Fig.2 Bottle labeling

2-3貯蔵場所の選定

今回、静岡市の清水港海域で海底貯蔵を行うにあたり、設置場所を選定する一定の基準を設けた。潮流が弱く、台風などが発生した際も海底に生じる動揺が受け難い場所とした。このような基準を満たす場所について、地元のダイバーや清水港管理局へのヒアリングを行い最終決定した。選定基準以外にも、漁業者の操業やその他の船舶を含めた海面利用者の行動に支障のない場所を考慮するようにアドバイスを受けた。また悪天候による風浪の影響については、貯蔵期間中の台風や時化の発生後に行った確認調査によって、そのダメージの程度を判断した。

尚、この設置場所については、三保内海の清水水上バスの栈橋の施設管理者である企業から許諾を得て、試験期間中の占用をお願いした。その後の試験場所に関しては、清水港管理局に占用許可を申請し、㎡あたり年間300円を支払い、台風や低気圧の通過による波浪を避けるため、より内湾の場所を選定して、試験を継続している。

2-3-1 海底貯蔵方法

清水港内海域の水深2.5mに約5ヶ月間、Fig.3に示した断面図のように設置して、海底貯蔵を行った。

貯蔵期間内に発生が予測される波やうねり、風向、風力、特に台風などに対してどの程度の耐性があるかは未知数であった。そのため遮光した供試ワインやその他の試験対象を収めるプラケース8個、収納したプラケースから瓶の飛散を防止するための金網、プラケースと金網を固定する結束バンド、流失防止

のロープ、構造物の全体的な結束を高める鉄筋棒、重量を増すためのコンクリートブロック、土嚢を使用して全体の支持力を高めて、何重ものバックアップ構造を図って貯蔵施設を構築した(Fig.3)。加えてプラケースには損失を考慮して2箇所、ONESET社製のデータロガーを取り付けて水温を記録した。

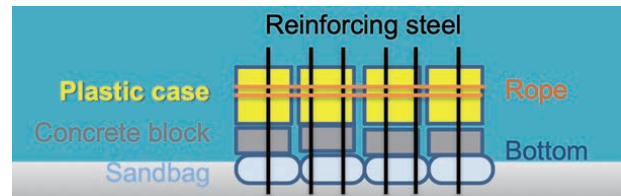


Fig.3 Installation cross section

2-4味覚分析

2-4-1 機器概要

この分析には味覚認識装置を用いた。味覚センサとは、化学センサの一つで、味を数値として測定することができる。人間の舌をモデルとした人工脂質膜を持ち、人工脂質膜に呈味物質が吸着すると、膜電位が変化し、センサの出力強弱から味の濃淡やバランスを解析する膜電位測定という応答原理である。このセンサは特性の異なるものであり、甘味、苦味、旨味、塩味、酸味、渋味のそれぞれを別のセンサで受け取る。成分分析では検知できない化合物に含まれる呈味物質の示す味覚をダイレクトに測定できる。また、この機器の特徴として、先味(口に含んだ瞬間の味)と後味(食品を嚥下した後の残っている味)を測定することが可能である。これまで個々の人によって差が出てしまう主観や感覚的なものであった味覚を客観的で数値化したことで、他の分析データとの比較を容易にし、かつデータに正確性を与えている。

2-4-2測定方法

味覚成分の分析を外部機関に依頼し実施した。今回使用した機器は、株式会社インテリジェントセンサテクノロジー社製のTS5000Zという味覚認識装置になり、分析の際に供試ワインはメーカーから直送して測定用のサンプルとして用いた。

この測定では、「おいしさ」の重要な構成要素となる基本的な味覚(旨味、苦味、塩味、酸味、甘味、渋味)を数値化して客観的に表現している。先味については、酸味(Acid A, B)、苦味雑味/薬(Bitter/agent)、苦味雑味/食(Bitter/diet)、渋味刺激(Astringent)、甘味(Sweet)、旨味(Taste)、塩味(Salty)

の8つのセンサによって味の特徴が数値化される。次に後味については、旨味コク (Tasty)、にがり系苦味 (Bittern)、苦味/薬 (Bitter/agent)、苦味/食 (Bitter/diet)、渋味 (Astringent) の5つのセンサによって数値化されている。

2-4-3補助データ

味覚認識装置から得られたデータの変化について、味覚データの増減の根拠を示す際に、補助データがあることで、その指標を得ることができる。補助データの導電率 (conductivity) 及びpHは東亜ディケーター株式会社製のマルチ水質計MM-60Rを使用し、Brixは株式会社アタゴ社製の屈折率計PR-201を使用して測定を行った。

3. 結 果

3-1 貯蔵場所および設置方法の評価

設置期間中の清水港の有義波高 (Fig. 4) を参照し

(2021, 国土交通省), 海底貯蔵したエリアに影響を与えたと考えられる台風は合計で8回発生しており (2021, 国立情報学研究所), その内うねりの到達した台風は5回であった (Table2)。

特に9月17から18日にかけて本州に上陸した台風14号 (No. 202114 CHANTHU) は、港内にも大きなうねりが到達していた (2021, 国土交通省気象庁)。その後に発生した台風16号 (No. 202116 MIN DULLE) は、Fig. 4を参照すると貯蔵場所に対して更に大きな影響があったと考えられるが、実際は観測地点と貯蔵場所では波浪の影響が異なり、結果的には前述した台風14号の影響の方が浜からの観察でも大きく感じた。うねりが消失した直後に設置場所の確認調査を行ったところ、ケースの破損や供試品のダメージは見られなかったことから、貯蔵物に対する重量や構造体の形成状況が的確であったことが示唆された (Fig. 5)。また水温を計測することで、貯蔵期間中の海水温は設置時で17度、9月の最高水温が27度に達し、引き揚げ時には20度に低下しているデータが得られた。

Table2. Typhoons affecting Shimizu Port in 2021

No.	Name	Aria	Start Y/M/D	Fin.Y/M/D	Turm	Low presser
202108	NEPARTAK	N.Pacific	2021/7/23	2021/7/28	4days18h	990hPa
202109	LUPIT	N.Pacific	2021/8/4	2021/8/9	5days	984hPa
202114	CHANTHU	N.Pacific	2021/9/6	2021/9/18	11days18h	905hPa
202116	MINDULLE	N.Pacific	2021/9/23	2021/10/2	8days12h	920hPa
202120	MALOU	N.Pacific	2021/10/24	2021/10/29	4days18h	965hPa

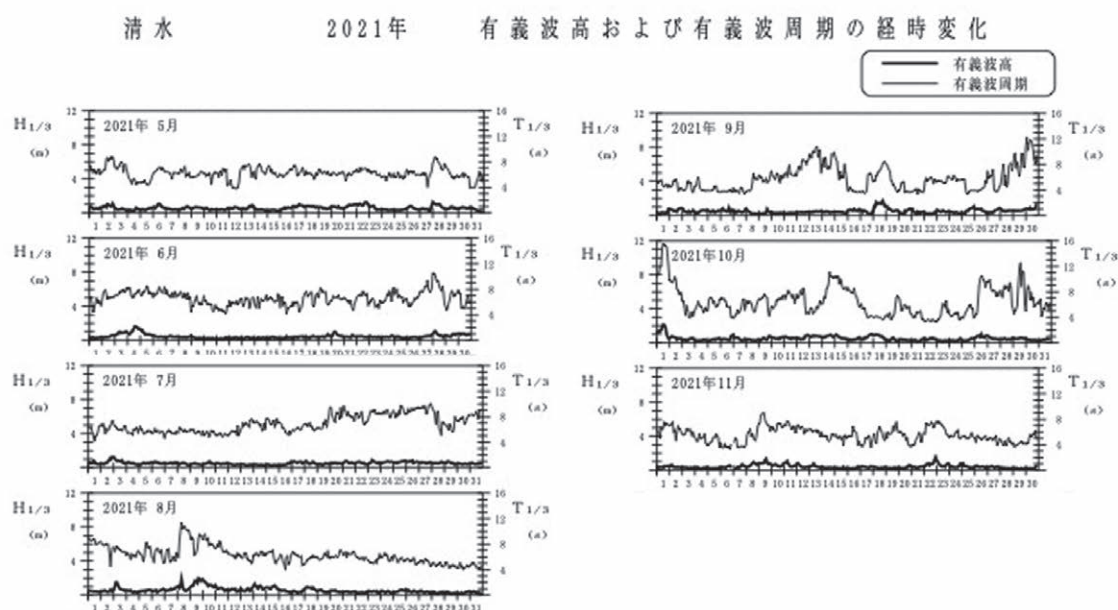


Fig.4 Change in Significant wave height or S-wave period over time in Shimizu, 2021



Fig.5 Condition immediately after installation

次に栓のロウ付けに破損や剥離はなく、ラベリングの結束バンドにも影響は無かった。これにより、設置場所や貯蔵品の固定、瓶に対する事前の対処が適切であったことが示された。しかしながら、遮光のためのアルミホイルに関しては、若干の腐食による剥離がみられた。

3-2 味覚測定

3-2-1 味覚測定結果

数値は4回測定し、そのうち1回目のデータについては機器が安定していないことを考慮してカット

し、残り3回の測定の平均値で示している。(Table3, 4)。表にワインの種の次にコントロール(Control)とシーベッドストレージ(Seabed storage)との記載がある、これは、海底貯蔵したワインをシーベッドストレージと表現し、海底に貯蔵していないワインをコントロールと表現している。

3-2-2 赤ワインの結果

これらの測定値から、赤ワインでは渋味と塩味、酸味Bの微弱な上昇傾向がみられた。また、両方とも酸味Aと旨味が減少していた。しかしながら、どの赤ワインも貯蔵後の変化の値が0.5以下となっていることから、データ上では利き酒やソムリエなど特化したトレーニングを受けていない一般の方が実際に味わって違いを感じるほどの数値変化ではなかった(Table5, 6, 7, 8)。

3-2-3 白ワインの結果

今回の味覚分析から「シャルドネ」、「リースリング(辛口)」では、いずれも赤ワインと同様に酸味が若干であるが減少し、また複雑さが増す傾向がみられた。しかしながら、この変化の値は0.5以下と僅かなものであり、人が味の違いを認識できるほどの変化ではなかった。また「リースリング(甘口)」ではほとんど変化がみられずコントロールと比べて微増減の結果であった(Table 9, 10)。

Table3. Redwine Last taste DATA 1

sample	Last taste							
	acid A	bitter agent	bitter diet	astringent	taste	salty	sweet	acid B
Merlot (Control)	13.31	1.21	7.08	3.33	9.01	13.65	7.31	1.97
Merlot (Seabed storage)	13.02	1.14	6.93	3.41	8.79	13.84	6.78	2.03
PetitVerdot (Control)	12.14	0.63	5.24	2.79	8.71	15.79	5.13	0.6
PetitVerdot (Seabed storage)	12.04	0.65	5.36	2.85	8.51	15.84	5.17	0.68

Table4. Whitewine After taste DATA 2

sample	After taste				
	bittern	bitter agent	bitter diet	astringent	tasty
Chardonnay (Control)	0.22	1.36	1.11	0.9	-0.07
Chardonnay (Seabed storage)	0.2	1.36	1.24	0.99	-0.01
Riesling Dry (Control)	0.07	0.54	0.76	0.84	0.19
Riesling Dry (Seabed storage)	0.07	0.59	0.89	0.87	0.07
Riesling sweet (Control)	0.07	0.6	1.12	0.65	0.1
Riesling sweet (Seabed storage)	0.07	0.7	1.22	0.7	0.6

Table5. Redwine Taste Estimation DATA 1

sample	Last taste							
	acid A	bitter agent	bitter diet	astringent	taste	salty	sweet	acid B
Merlot (Seabed storage)	955	99%	97%	101%	96%	104%	91%	101%
PetitVerdot (Seabed storage)	98%	100%	102%	101%	97%	101%	101%	101%

*Value with control as reference (100%)

Table6. Seabedstorage Redwine Taste Estimation DATA 2

sample	After taste				
	bittern	bitter agent	bitter diet	astringent	tasty
Merlot (Seabed storage)	100%	102%	99%	104%	97%
PetitVerdot (Seabed storage)	100%	102%	102%	99%	93%

*Value with control as reference (100%)

Table7. Whitewine Last taste DATA 1

sample	Last taste					
	acid A	bitter agent	bitter diet	astringent	taste	salty
Chardonnay (Control)	15.4	5.1	5.1	2.76	2.41	-4.89
Chardonnay (Seabed storage)	15.2	5.06	5.33	2.85	2.44	-4.75
Riesling Dry (Control)	2.03	1.3	3.64	2.38	2.34	0.29
Riesling Dry (Seabed storage)	1.93	1.34	3.86	2.46	2.27	0.33
Riesling Sweet (Control)	3	1.81	4.42	2.55	1.58	0.14
Riesling Sweet (Seabed storage)	3.06	1.87	4.53	2.62	1.55	0.18

Table8. Whitewine After taste DATA 2

sample	After taste				
	bittern	bitter agent	bitter diet	astringent	tasty
Chardonnay (Control)	0.22	1.36	1.11	0.9	-0.07
Chardonnay (Seabed storage)	0.2	1.36	1.24	0.99	-0.01
Riesling Dry (Control)	0.07	0.54	0.76	0.84	0.19
Riesling Dry (Seabed storage)	0.07	0.59	0.89	0.87	0.07
Riesling Sweet (Control)	0.07	0.6	1.12	0.65	0.1
Riesling Sweet (Seabed storage)	0.07	0.7	1.22	0.7	0.6

Table9. Seabed strage Whitewine Taste Estimation DATA 1

sample	Last taste					
	acid A	bitter agent	bitter diet	astringent	taste	salty
Chardonnay (Seabed storage)	96%	99%	104%	102%	101%	103%
Riesling Dry (Seabed storage)	98%	101%	104%	101%	99%	101%
Riesling Sweet (Seabed storage)	101%	101%	102%	101%	99%	101%

*Value with control as reference (100%)

Table10. Seabedstorage Redwine Taste Estimation DATA 2

sample	After taste				
	bittern	bitter agent	bitter diet	astringent	tasty
Chardonnay (Seabed storage)	100%	100%	102%	102%	101%
Riesling Dry (Seabed storage)	100%	101%	102%	101%	98%
Riesling Sweet (Seabed storage)	100%	102%	102%	101%	99%

*Value with control as reference (100%)

3-2-4 補助データ

赤ワイン、白ワインともに味推定値を補助するデータとして導電率、pH、Brixを測定した (Table11, 12).

赤ワインについては、伝導率、pHについては数値に微増減があり、塩味、酸味に影響があったことが示された。このデータがあることで、変化のあった数値の補完ができ、その変化の一因を示すことができる。

Table11, 12で示されている補助データは以下のことを示している。

導電率計によって計測した導電率 (conductivity) は、呈味物質の存在を確認する指標となり、pHメーターにより計測したpHは、旨味と酸味の使用可否を判断している。

屈折率計によって計測されたBrixは、糖・エタノール・ミネラルに応答した値で、それらは各成分

の応答合算値を表示している。特に量や特異的に影響の大きいエタノールの応答分をワインのアルコール度数から応答値を検量線で予測している。補正Brix (%) はアルコール由来のBrix (%) を差分した数値になるため、糖をメインとしたエキス分に近い解釈 (残糖・甘さなど) として使用できる。

白ワインに関しては、シャルドネでは塩味、酸味に数値の増減があるが、リースリングの辛口、甘口については、ほとんど変化がなかった。

考 察

呈味成分においては、約5か月半の間 (5月27日～11月11日) の海底貯蔵では、一般の人の認識可能な変化は赤・白ワインのどちらにも生じなかった。しかしながら、成分の変化が全くみられなかったわけではなく、若干ではあるが酸味が抑えられる

Table11. Redwine Ancillary DATA

sample	conductivity (mS/cm)	pH	Brix (%)	Correction Brix (%)
Merlot (Control)	2.78	4.234	7.1	1.72
Merlot (Seabed storage)	2.79	4.19	7.1	1.72
PetitVerdot (Control)	4.13	4.294	7.7	2.49
PetitVerdot (Seabed storage)	4.15	4.291	7.7	2.49

Table12. Whitewine Ancillary DATA

sample	conductivity (mS/cm)	pH	Brix (%)	Correction Brix (%)
Chardonnay (Control)	1.945	3.764	6.2	1.16
Chardonnay (Seabed storage)	1.956	3.731	6.2	1.16
Riesling Dry (Control)	1.93	3.77	6.1	0.89
Riesling Dry (Seabed storage)	1.932	3.771	6.1	0.89
Riesling Sweet (Control)	2.05	3.757	8.2	3.33
Riesling Sweet (Seabed storage)	2.05	3.758	8.1	3.23

傾向が、2種の赤ワインにもあり、白ワインの「シャルドネ種」、「リースリング(辛口)」でも類似した変化の傾向がみられた。このことから、海底貯蔵では酸味の成分が減少する傾向があることが示唆される。渋味を形成している成分は、熟成によって減少することがあるが、その場合は瓶内で酒石酸などの結晶化が起きていることが多く、逆に増える場合は濃縮の可能性が考えられる。減少することで、味覚センサ上は塩味センサの値が低下し、酒石酸が減少することで酸味が下がることが考えられる。アルコール度数に関しては、試験の前後の数値に変化が無かったため表示をしていないが、アルコール度数が低下するような変化が生じるのなら、他の成分の変化も期待ができるのではないかと推察する。今回の試験期間では、呈味成分の変化は微量であったが、この変化というのは貯蔵期間によっては変化につながる可能性もあり、数値的にも人の味覚でも判別できるほどの値になる可能性もある。そのため今後、貯蔵期間をいくつか設定して検証を行う必要性が考えられる。

海底貯蔵を計画するにあたり考慮すべきことは、水温の高い時期と低い時期の二極化した期間の設定や水深を変化させるなど、外気温や遮光の変化に対する工夫が必要ではないかと考えられる。また、各々の環境における温度と品種の関係性、あるいは季節(水温)と期間の組み合わせによって起きる変化を複雑にすることも今後の課題として示唆された。水温の高い時期に関しては、台風などの影響を考慮して、より内湾の場所や水深を深くする検討も必要である。

今回はデータ数が少ないことから、香気成分の変化については明らかにできなかったが、成分変化が生じた要因として、ワインにおいては今回の海底貯蔵が水温17℃～27℃と熟成の適温よりも少し高い温度で行われたことも要因として考えられるが(1998, 田中)、30℃以上の水温に長期間さらされた

状態ではなかったもので、温度以外の影響の方が大きいのではないかと考える。例えば、アルコール飲料をトラックや船、飛行機によって運搬する際に生じる振動や温度変化によって、生産地と消費地では味に差が生じることが知られている。同様に、海底という環境下では微弱な波や底揺れが常にあり、1日に4回ほど起こる干満の差による水圧の増減によって影響を与えていることが推察される(2021, 中央労働災害防止協会)。

まとめ

これまでの結果から、海底に貯蔵することでワインに変化が生じていることを確認することができた。そしてこれらのデータを元に今後、更に試験を重ねることで港湾の海底を食糧貯蔵庫や新たな利用方法の検討がされ、様々な分野に派生していくことが期待される。その期待とは裏腹に、正規の手続きを踏まずにトライアルをする個人や事業者が出てくる可能性が示唆される。無用なトラブルを起こさないためにも、管理者との手続の必要性を周知し、その点についても今後は議論の対象とすべきであると考えられる。

上記のように、海底に貯蔵することにより、一定の変化が、微小ではあるが数値的にも実証されたことで、その付加価値を求めて、これまではなかった多種の酒類や飲料、食品が様々な方法で海中に持ち込まれることが予想される(2015, 篠原)。海底貯蔵が可能なエリアやバースは限られていて、占有をお願いする管理者も異なるため、設置に関しては十分な検討が必要になる。今回は試験研究が目的であったため、申請やお願いが通り易い関係性にあった。商用でプロダクションとしての海底貯蔵を行う場合は、管理者との調整が研究に比べて困難になることが予想されるため、港湾関係申請に精通した設置業者の選定も重要になると考えられる。これから

の方向性としては、対象別に効率的な設置方法を検討することや港湾管理者との連携、地域から理解を促すとともに、地産・地熟・地消として海底貯蔵地としての清水港の振興につなげられるように、行政を通じて各方面に対して方法を提案してゆきたい(2012, マルク・ミロン).

引用文献

- AFP BB NEWS (2010) 難破船で発見された「世界最古のシャンパン」. <https://www.afpbb.com/articles/-/2776054> (参照日:2023年10月20日)
- 中央労働災害防止協会編 (2021) 潜水士テキスト. 中央労働災害防止協会, 東京, p122.
- 児島速人 (2012) ワインの教本. イカロス出版(株), 東京, 76p.
- 国土交通省気象庁:2021年台風位置表. https://www.data.jma.go.jp/yoho/typhoon/route_map/bstv2021.html (参照日:2023年2月18日)
- 国立情報学研究所:2021年に上陸した台風. http://agora.ex.nii.ac.jp/cgi-bin/dt/search_name2.pl?ids=202108:202109:202114&lang=ja&basin=wnp (参照日:2023年2月18日)
- 国税庁:(2021) 製造業者の概況. https://www.nta.go.jp/taxes/sake/shiori-gaikyo/seizo_oroshiuri/ (参照日:2023年2月3日)
- 国土交通省港湾局 (2021): 全国港湾海洋波浪情報網. https://nowphas.mlit.go.jp/pastdata_select/ (参照日:2024年1月19日)
- 工藤昌男 (1970) 海底都市への挑戦. 偕成社, 東京, 77-85.
- マルク・ミロン (2015) ワインの歴史. 原書房, 東京, pp24-25.
- 篠原正人 (2015) 港湾政策の新たなパラダイム. 成山堂書店, 東京, p12, p170.
- 右田圭司 (2012) ワインの基. NPO法人FBO(飲料専門家団体連合会), 東京, 225p.
- 田中辰幸 (1998) 基礎からわかるワインの世界. 新科学出版社, 埼玉, 53p.
- 都甲潔 (1998) 味覚機構の解明およびそのセンサ化, 計測と制御, 第37巻, 第7号.