

# かき殻のリサイクルの現状

丸栄(株) 沖野 靖将

# 牡蠣殻屋としては忸怩たる思いですが

2023年(令和5年)9月18日(月曜日) 中国新聞 302

## カキ殻ピンチ 埋まる集積場

### 広島 鳥インフルで需要低迷・肥料高騰で敬遠

全国一のカキ生産量を誇る広島県で、むき身にした後に出るカキ殻の行き場がなくなっている。殻は飼料や肥料に加工されるが、鳥インフルエンザの流行や世界的な肥料の高騰で需要が低迷。殻の集積場は満杯のまま、冬に本格化するカキの生産に影響が出かねない状態になっている。県は余った殻を漁場の改良に活用できないか検討を始める。

(伊藤友一)



県水産課によると、県内には各漁協が管理するカキ殻の1次集積場が約80カ所、2次集積場が6カ所ある。例年、10月の水揚げ解禁に向けた今の時期は空きができていたが、今年は2次集積場が全て満杯という。

むき身カキの昨年の生産量は1・8万トン。死んだカキを合わせると、推計で年10万トン以上の殻が出る。県漁連の担当者によると、1次集積場も満杯になれば、生産抑制などの対応を迫られる可能性があるという。危険感を抱く。

カキ殻の集積場に余裕がない背景の一つは、全国で昨年流行した鳥インフルだ。県内でも三次市と世羅町の6カ所で発生し、県内の飼育数の2割弱に当たる168万羽が殺処分された。集めた殻の9割以上は養鶏用などの飼料や農作物の肥料に加工されており、県内のある加工業者は飼料として使っている。

鳥インフルは開会中の県議会定例会で提出した本年度一般会計補正予算案に、関連事業費として約8700万円を盛り込んだ。水産課は「カキ生産に支障が出ないよう、漁業者と連携しながら対策を考えたい」としている。

県水産課によると、県内には各漁協が管理するカキ殻の1次集積場が約80カ所、2次集積場が6カ所ある。例年、10月の水揚げ解禁に向けた今の時期は空きができていたが、今年は2次集積場が全て満杯という。

こうした状況を受け、県は殻を漁場改良の資材として活用する実験に乗り出す。カキ生産が盛んな県中西部の海域1カ所で殻を海底に敷き、ナマコやエビなどが増えるかを今年3月まで検証。一定の効果があれば複数箇所での活用を検討する。

18日の敬老の日の敬老の日は、総務省が17日公表した推計によると、65歳以上の高齢者数は2022年人口に占める割合が0・13増の最高を更新し、80歳以上は59万人で、初めて10%を超す人口の充実が点の推計。65歳以上の1万人減った比較可能な1年で、過去1年

高齢者数と総人口に占める割合の推移

年齢層	総人口に占める割合
65歳以上	約20%
75歳以上	約15%
85歳以上	約10%

中国新聞 9月18日(月)

発行所 広島市中区土橋町7番1号 〒730-8577  
中国新聞社 電話(082)256-2111(受付室内)  
中国新聞デジタル <http://www.chugoku-np.co.jp>

# 養鶏業への需要

骨髓骨：卵殻のためのカルシウム源として利用され、鳥類と一部の爬虫類にのみ存在。

夜間に卵殻形成が行われるため、低カルシウムとなりやすいことから、腹持ちの良い粒度の粗いカルシウムが必要。

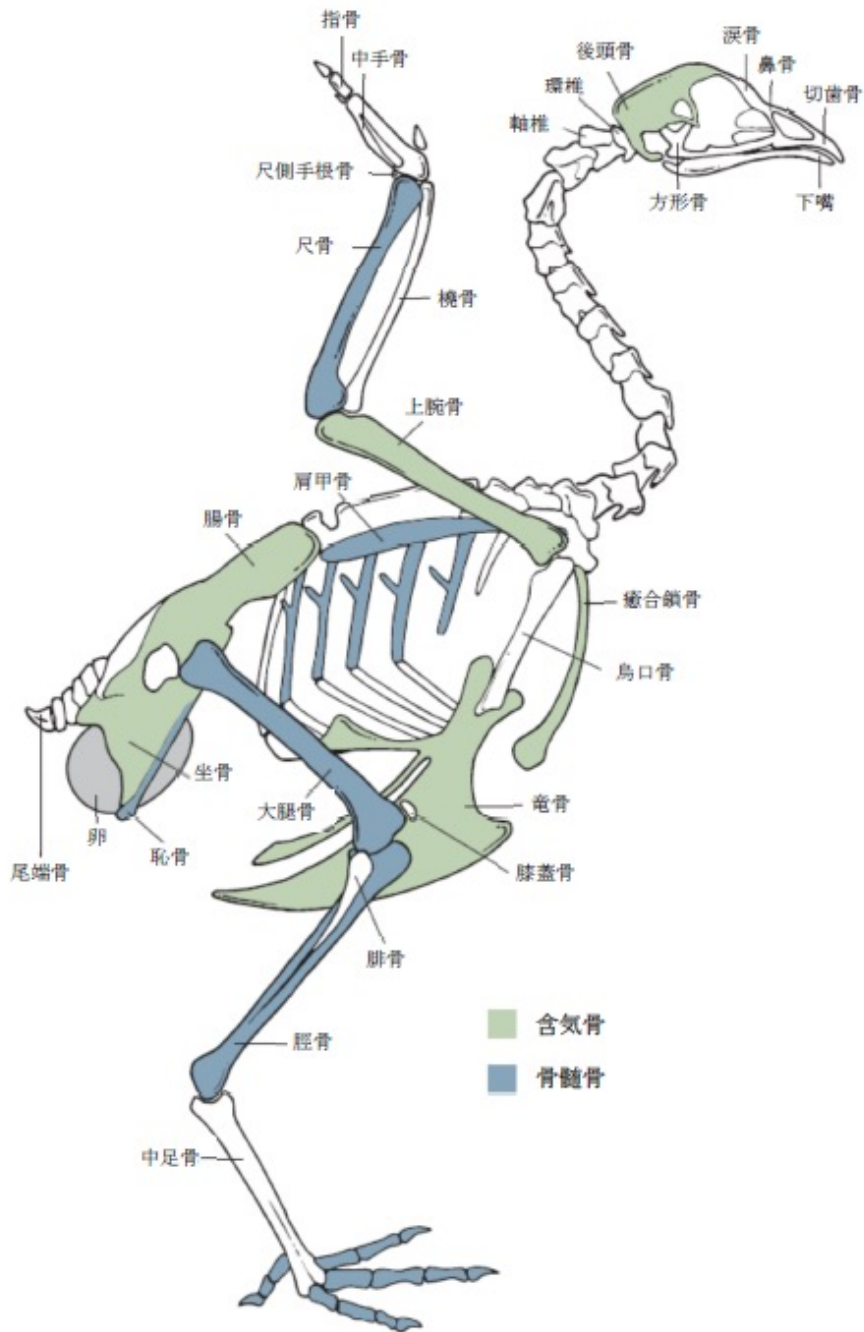
夜間に筋胃内のカルシウムレベルを上げて卵殻と骨の強化にカルシウムを供給するために、2~4mmの粗目石灰石あるいは牡蠣殻を添加する。

育種改良側としてはより太い大腿骨（カルシウムタンク）を生み出して昼間の小粒度カルシウム供給のみでカルシウムサイクルが成り立つよう改良を続けている。

牡蠣殻はあくまで単味添加飼料であり、完全配合飼料原料となることは価格面や物流面で非常に困難。育種技術が上がるたびに設計上の必要性が乏しくなることが多い。

畜産では他にカルシウム代謝が多いものに乳牛があるが、分野のデリバリ、利用技術普及に課題がある上、採卵養鶏ほどの消費量は望めない。

その他の畜種ではカルシウム要求量がそれほど高くないことから、基本的にカルシウム分の別添加はない。



# 肥料への需要

肥料石灰でのイロハは鉍物性石灰であり、石灰岩やドロマイトが基本的な資材である。

牡蠣殻は石灰として、上記のものよりも比重が軽く、土壌の固相・液相・気相を乱しにくいことなどから、石灰の中の選択肢の一つ「プレミアムな石灰」として優位に取引ができる。

牡蠣殻の工業加工は石灰岩加工よりも規模が小さく、また多孔質であることから、肥料としての保証を担保するための乾燥、また雑物除去等にも手間がかかることから、コストがかかる。

実勢、鉍物性石灰に比べると倍近い価格であるが、特に塩類集積園での初期生育の良好さなどから、専業農家からも定評がある。

ここ20年の飼料の軟調をカバーしたのは肥料の出荷成長である(であった)。

飼料も含め、牡蠣殻は単純粉碎品でおおむね、kg/17~20円

対して鉍物由来の肥料用炭カル、苦土石灰はkg/ 9~11円と開きがある。

良いことがわかっているにもかかわらず、特に畜産利用では価格差は埋まらないという解釈も多い。今のところというか、昔から地道な実証と営業努力でその価格差は埋められている。

# 2022年シヨック

## 鳥インフルエンザ

- ・ 過去にない規模  
2021-2022 987万羽  
2022-2023 1740万羽
- ・ 過去にない経路  
野鳥・ネズミ→飛来虫？

## 窒素、リン資源をはじめとした肥料国際価格高騰

- ・ 堆肥シフト  
堆肥は比較的 pH 高い
- ・ 買い控え  
安価製品や施用控えなど
- ・ 離農  
2022がなくとも続く

○牡蠣殻原料にして1.5万トン超（概算）の消費減となっている。

# 緊急的な消費先として漁場改良としての利用

## 漁場改良材として

安芸津の底質改善として米マイクロン社の寄付金財源に、流域圏環境再生センター（山本民治 代表）「安芸津町三津湾の泥干潟改善プロジェクト」として2023年より海域散布。

ほか、有明海など底質改善目的の散布事業は複数ある。

広島牡蠣を生産し続けるには緊急的に、余り牡蠣殻 3 万t・6万m<sup>3</sup>/年以上の消費が必要、現在は完全に雑物を除いた「牡蠣殻製品」が使われており、これであればどこに漁場改良材として散布しても問題はない。ただしコストは5億円を超える。…財源は？

コストを抑えるため、牡蠣殻の堆積場でおおむね1か月以上堆積した牡蠣殻を漁場改良材としてカキ業者団体が有価物で買い上げ、海域散布することができないかを模索中。牡蠣業者の手元時点でゴミが混入しないよう徹底した原料を堆積し使用することが絶対命題。

財源は筏割りの拠出金（例：カキ漁場一台行使につき漁場維持改良経費等として1万円を県漁連等が窓口で徴収＝1.2億円程度の財源となる）が検討されている。

→ゴミの混入していない貝殻の集積・財源が確保され、遅いながらも業界対応が動きつつある。

経済損失：同数量の牡蠣殻の消流確保できず、牡蠣が生産されないと概算30億円超の一次生産額が犠牲となる。加工業者も含めた延べにするとさらに影響は数倍になる。

# かき殻及びかき洗浄残渣等の処理要領（広島県）抜粋

## かき殻及びかき洗浄残渣等の処理要領

昭和55年10月1日制定

平成12年4月1日一部改正

農林水産部長

空港港湾局長

環境生活部長

かきむき身の処理過程から生ずるかき殻、破碎かき殻及びかき洗浄残渣等（以下「かき殻等」という。）は、環境保全及び海上交通の安全を確保し、もってかき養殖業の健全な発展に努めるため、関係法令の規定によるもののほか、この要領に定めるところにより処理するものとする。

### 3 洗浄残渣及び破碎かき殻による干潟造成

- (1) 事業主体は、漁業協同組合又は地方公共団体とする。
- (2) 場所の選定に当たっては、次のことを考慮すること。
  - ア 護岸等公共施設の管理上及び海上交通安全場支障がなく、漁業調整上問題のないところであること。
  - イ 景観を損い、又は海水浴等海浜の利用を妨げないところであること。
  - ウ 潮流、風波の影響が少なく造成後の干潟が有効に利用できることであること。
- (3) 干潟造成工事の施工に当たっては、農林事務所長の協力を得て工事の施工前後に付近海域における水深、水質（水温、C1、透明度、PH、COD、PO<sub>4</sub>-P、DO）及び底質（PH、COD、硫化物、PO<sub>4</sub>-P）の調査を行うこと。
- (4) 水質又は底質の悪化が認められた場合、事業主体は直ちに農林事務所長に通報するものとする。

農林事務所長は、その原因を解明し、工事を中止する等適切な処置を講じさせること。

- (5) 洗浄残渣及び破碎かき殻を干潟造成に使用する場合は、おおむね20日間海中にたい積したものをを用いること。
- (6) 洗浄残渣及び破碎かき殻以外のものを使用する場合は、有害物質（カドミウム、シアン、有機燐、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、PCB）の調査をすること。
- (7) 工事責任者を定め、管理体制を明確にし、関係機関からの指導があった場合は、遵守すること。
- (8) 工事中は標示板等により工事内容を明示するとともに十分な監視を行うこと。

### 5 公有水面等の占有許可等

- (1) 港湾区域内、漁港区域内、河川区域内又は一般水面においてかき殻等をたい積する施設及び干潟造成を行う者は、関係法令（港湾法、漁港法、河川法又は広島の海の管理に関する条例）の規定に基づく占使用の許可（同意）を受けること。
- (2) 金網等の中にたい積したかき殻等を干潟造成地に搬出する場合又は飼料等に利用するため陸上に搬出する場合は、しゅんせつとみなさない。
- (3) 港則法に基づく区域内のかき殻等のたい積場のかき殻等を搬出する場合、搬出者は港長の作業許可を受けること。

見れば何とかなるように設定してあるのだが、周知不徹底や準備不足などの業界の怠慢もある。沿っての運用には費用負担とゴミ混入ゼロに向けた業界ルール環境整備が必要で、急ぎ調整中。

# 活路模索

## セメント利用検討

前向きに成分分析等を協力・検討いただくも、塩素基準500ppm以下を満足するには水処理や長期の陸堆積が必要。

費用についても、カルシウム原料ではあるため優位に進める可能性もあったものの、最終的には受入額がフライアッシュ等の相場1万円/tが提示額。+搬送費では厳しい話となる。

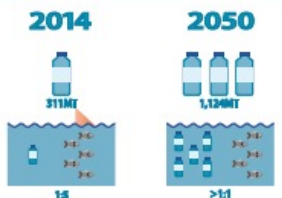
ほか、バイオマス・RPF等燃料の塩素ガス発生抑制としても検討されているが、形態が「受け入れ」となると産業廃棄物処理業者で一般廃棄物を扱うこととなることが障壁となる。



# 漁業系廃棄物処理ガイドラインが改訂されました！

## ガイドライン改訂の背景

2050年には、海洋プラスチックごみ量は重量ベースで魚の量（7億5千万トン）を超過すると推定\*されており、漁業への影響も懸念されているところです。被害を受ける漁業者が漁業系廃棄物の問題に自ら取り組むことは、豊かな漁場を築き、漁業生産活動が自然環境を大切にしていることの理解を得る上でも重要です。



\* 世界経済フォーラムの報告書（2016）より



## 意 義

漁業系廃棄物等の発生抑制、再使用、再生利用、熱回収及び適正処理を推進するため、本ガイドラインでは、廃棄物処理法等に従って行うべき処理や循環的な利用の方法や、それらの処理や利用を円滑に進めるための具体的な手順や参考となる事例等（処理コスト低減策等）を示し

## 魚介類残渣

- 貝殻
- 付着物残渣
- へい死魚

もご利用ください。

\*なお海岸漂着物等及び災害廃棄物は入網ごみであっても本ガイドラインの対象ではありません。

令和2年



## ○ 養殖業から排出される主な廃棄物

廃棄物の種類	一般廃棄物	産業廃棄物
<b>廃プラスチック類</b> ■養殖いけす用網  ■プラスチック養殖用資材（アゲピン、カキ養殖用パイプ等）  ■発泡スチロール製フロート  ■丸かご  ■のり網 ■繊維ロープ類 ■硬質フロート（ブイ、浮子類） ■フロートカバー ■廃シート類 ■PE・FRPパイプ（養殖筏、のりひび等） ■のり糞（のりみず） ■容器包装資材（酸処理剤容器、ビニール袋、PPバンド等） ■プラスチックパレット ■発泡スチロール製魚箱 ■化学繊維ウエス類 ■FRP船 ■パールネット、丸かご		●
<b>+金属くず、特管廃酸</b> ■バッテリー		●
<b>金属くず</b> ■廃缶類 ■廃ワイヤー類 ■アンカー ■養殖いけす用金網 ■養殖いけす枠		●
<b>廃油</b> ■廃潤滑油 ■塗料		●
<b>紙くず</b> ■ダンボール ■包装資材	●	
<b>木くず</b> ■竹（養殖用資材） ■船舶の内装材 ■木製パレット	●	● (木製パレット)
		●

- ・上記の廃棄物の種類（品目）は一例であり、素材によって廃棄物の品目が変わることがあります（例：鉛入り漁網は、廃プラスチック類+金属くずに該当）。
- ・FRP船については、リサイクルシステムが確立されていますので、詳しくは（一社）日本マリン事業協会のホームページ（裏表紙を参照）に記載の全国の登録店にご相談下さい。

\*詳しくは、漁業系廃棄物処理ガイドラインのP.6をご覧ください。

# カーボン吸収源としての考え方

貝殻は炭素吸収源になりうるか？

2003年ヒアリング（県内大学・環境系 教授 2名）

返答：牡蠣そのものの呼吸で出るCO<sub>2</sub>から考えると吸収源にはならない。

～現在の若干の解釈変化

実際には地球上の炭素固定の大部分がCaCO<sub>3</sub>として化石化していることを鑑みれば、化石鉱物由来の炭酸カルシウム源よりもバイオミネラルゼーションにより生み出される、炭素固定サイクルの見えやすい炭酸カルシウムを優先的に使うべきなのは言うまでもない。

垂下式カキ養殖の「漁礁」は海藻類や植物プランクトンが高密度であり、実は多くのブルーカーボンを抱えている。それだけでも炭素収支は大きく変わる。これからの収支計算での定義次第で変わる可能性もある。

炭素は関係ないが、有機資源協会の解釈ではバイオマス資源としてカウントできる資材である。

※有機炭素、無機炭素の海洋サイクルなど生態学的な詳細検討はすみません、飛ばしてしまった理屈です。

# A | (Google SGE)はどう答える？

「貝殻」「炭素固定」で検索

『貝殻は炭酸カルシウム ( $\text{CaCO}_3$ ) でできており、海水中のカルシウムと貝の呼吸によってできる二酸化炭素が反応して作られます。貝殻の約 44% は二酸化炭素を固定しており、25 万トンの貝殻は約 11 万トンの二酸化炭素を固定します。・

貝殻をコンクリートに混ぜることで、コンクリート内部に二酸化炭素を固定することができます。貝殻を砕いてつくった細骨材（貝殻砂）は、主成分の 90% 以上が炭酸カルシウムで、その質量のうち約 44% を二酸化炭素が占めます。コンクリートを構成する水、セメント、細骨材、粗骨材のうち、細骨材を貝殻砂に置き換えることで、コンクリート内部に二酸化炭素を固定し、カーボンニュートラルに貢献する狙いがあります。』

Googleより引用

・・・想像よりシンプル。

# CARBON FIXATION BY CULTURED CLAMS

Patrick Baker  
School of Forest Resources and Conservation, University of Florida, Gainesville, FL, USA

# Carbon Fixation by Florida Cultured Clams

Purpose: Carbon Cycle Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), a major greenhouse gas, dissolves in water and is incorporated by shell-producing organisms into calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>). CaCO<sub>3</sub> from mollusks and other organisms can persist indefinitely as limestone. In contrast, the carbon contained in most plant and animal tissues return to CO<sub>2</sub> in a few years, at most. Molluscan shellfish aquaculture, therefore, has two products—food for humans and long-term storage of greenhouse gases. Shellfish aquaculture practices, however, do not produce merely the shells of the product species, but also attached or associated shell-bearing animals, such as oysters and snails. Under lease siting provisions, shellfish aquaculture is conducted in areas that did not previously support shellfish populations, so most of the associated shell can be considered production that would not have otherwise occurred.

Eat a clam, save the Earth



Every clam you eat represents about 3 grams of carbon removed from the atmosphere.

### ABSTRACT

Northern hard clams, *Mercenaria mercenaria*, are commercially cultivated in Florida, USA. The shells of the clams resemble carbon in calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>), providing a long-term sink for atmospheric carbon dioxide. In addition to the clams sold to the market, there are discarded or dead clam shells, plus shells of associated organisms such as oysters, slipper shells, and other mollusks. The quantities of shell and fragments that are harvested by clam farmers near Ocala, Florida, including associated loss collected with the clams and the culture material (mesh bags), the CaCO<sub>3</sub> content was quantified by laboratory and field production methods. The CaCO<sub>3</sub> content was quantified by laboratory and field production methods per line, per harvested clam, and per unit area. Each harvested clam represented an estimated 2.8 g of mineralized carbon, including non-harvested shell (CaCO<sub>3</sub> is 12% carbon by weight). Clam farms in 2008 produced about 8955 kg of mineralized carbon per hectare per year, and the Florida clam industry produced about 130 metric tons of mineralized carbon in 2008.

### INTRODUCTION

The culture of clams, oysters, and other molluscan shellfish is considered sustainable, in part because shellfish have an unusual propensity of absorption, rather than excreting added feed. In this, they can also add long-term carbon storage, as an environmentally beneficial shellfish aquaculture.

Shellfish aquaculture practices, however, do not produce merely the shells of the product species, but also attached or associated shell-bearing animals, such as other mollusks, snails, and barnacles. Under lease management provisions, shellfish aquaculture is conducted in areas that did not previously support large shellfish populations, so most of the associated shell can be considered production that would not have otherwise occurred. This study was conducted to quantify shell production and carbon associated with culture of the northern hard clam, *Mercenaria mercenaria*, at Ocala Bay, Florida.

### Carbon dioxide dissolves in seawater



Mollusks mineralize carbonate



### COQUINA - limestone from fossil shells



Fort Matanzas National Monument park building NE Florida, USA, constructed of coquina

### Acknowledgements

This research was funded by a grant from Florida Sea Grant Program. Mike Smith and associates at Ocala Bay Aquaculture and Jim Oll and associates at Southern Clam Aquaculture provided the 1/2 acre lease and the mesh bags and clam seed. The authors thank the following individuals for their assistance: Jim Oll, Mike Smith, and the staff of Ocala Bay Aquaculture, including the staff of Ocala Bay Aquaculture and the staff of the University of Florida Department of Biological Sciences production and distribution.

### Clam Farming in Florida

- Northern hard clams, *Mercenaria mercenaria*, are acquired as juveniles from commercial hatcheries.
- Clams are cultivated in mesh bags on the bottom in lease lease areas (lease areas were selected by the state based on lack of prior commercial mollusk populations).
- After a grow-out period of 12-18 months, mesh bags with clams are harvested. Clams are sorted and graded, and discarded clams, dead shells, and other species are discarded.



### CaCO<sub>3</sub> Shell from Clam Farming

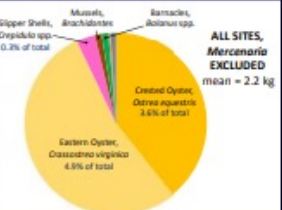
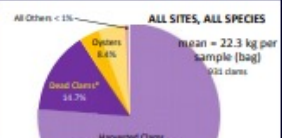
Source of Shell	Rate of Shell
1. shells of harvested market clams	1. distributed to restaurants & retailers
2. dead & rejected clams, and other mollusks & shellfish or gastropods in bags	2. recycled as oyster reefs*
3. oysters & other shellfish rejected in bags	3. recycled as oyster reefs*
4. shells of oyster reefs	4. recycled as oyster reefs*

### Calculating Carbon per Clam Bag

- a) harvested clams → A. count clams, measure subsample, use size-weight relationship to estimate shell mass
  - b) dead/rejected clams & other loose shell → B. process, dry, & weigh
  - c) oysters attached to bags → C. dry & weigh bags, acid-wash, reweigh
- Sum A through C multiply by 0.96 (fraction of shell that is CaCO<sub>3</sub>) and 0.12 (C as fraction of CaCO<sub>3</sub>)

### Results

- Harvested clams accounted for about 3/4<sup>th</sup> of the shell material over 5 mm.
- Most non-harvested shell is dead or rejected hard clams, *Mercenaria*.
- Remaining shell is mainly from oysters (below)



### Sample Collection

- 1 clam bag = 1 sample: N = 36
- market clams counted, subsample measured to estimate total shell weight
- all other shell material (retained on 5 mm mesh) from in clam bag collected
- bags with fouling organisms also collected

### Sample Processing

- Freeze samples to kill tissues
- Warm-water tissue maceration to remove most soft tissues
- Boil to remove remaining tissues
- Dry/weigh shells & bags
- Acid-wash bags to dissolve attached shell
- Dry/re-weigh bags to estimate attached shell mass



### By the Numbers

- 921 clams per bag in these samples
- 22.5 kg of shell (CaCO<sub>3</sub> only) per bag
- 8955 kg/ha/year = (7270 kg/ha/year)
- including associated shell, 24.4 g of CaCO<sub>3</sub> or 2.9 g carbon, are fixed per clam
- 541 metric tons of carbon fixed in 2008 by Florida clam farms

Clearly, we must eat more clams.

# アップサイクルについて

現在、国内だけでなく、国外からもサンプル要請がある。

…のは良いことなのだが、

工業分野の応用がまだ浅く、農業中心の供給である現在の製品との技術的な乖離を縮める必要がある。

テスト段階で「牡蠣殻（貝殻）ではダメだ」と言われる前にマーケットインできる製品群を揃える必要がある。

今現在の海中溶存炭素の石灰化サイクルで運用することのできる牡蠣殻をより多くの世の中の固定部材に使いたい！

# 幹の部分も強靱に。

丸栄株式会社では、これまで園芸（野菜・果樹）に重きを置いた肥料の販売形態から水稻等基幹作物向けの製品を新たにラインアップ。既存工場設備を増強し（2024年稼働）、鋭意データの集積中です。

- 海のミネラルを補給
- 根を増やして肥料成分吸収向上

## カキテツ 水稻への施用効果試験

### 【試験概要】

場所：山口県光市圃場 対照区：無施用  
 調査刈取り日：令和元年10月5日 試験区：カキテツ100kg+アグリ革命  
 品種：ヒノヒカリ (稲わら腐熟促進材)



10a 当たり推定収量(水分 15%換算)

### 【試験結果】

	全重 (kg)	わら (kg)	籾重 (kg)	籾摺歩合	粗玄米重 (kg)	千粒重 (g)	精玄米重 (kg/10a)
対照区	1,561.4	881.3	680.1	0.67	453.3	22.5	426.6
試験区	1,802.7	1,023.1	779.7	0.70	545.6	22.3	499.6

## 土づくり肥料



# カキテツ

牡蠣殻 + 鉄 + ケイ酸

粒状製品

カキガラ+転炉スラグを  
50:50で混合した粒状製品です(特許申請中)



牡蠣殻



鉄  
転炉スラグ由来



ケイ酸  
転炉スラグ由来



ご清聴ありがとうございました。