

海水の二酸化炭素の吸収について

千代田区立九段中等教育学校

一年三組二十四番

日原弘太郎

目次

1 頁	表紙
2 頁	目次
3 - 4 頁	テーマを選んだ理由
5 頁	研究の目的
6 頁	仮説
7 - 8 頁	準備
9 頁	準備写真
10 - 11 頁	方法
12 頁	結果図表
13 - 15 頁	結果写真
16 - 18 頁	考察
19 頁	結論
20 - 24 頁	反省
25 頁	参考資料

テーマを選んだ理由

中学生になって初めての夏休みの7月21日に、僕は、中野区の東京大学海洋研究所へ出かけた。その日は、年に一度の研究所の一般公開の日だった。

研究所の中では、科学的好奇心をくすぐる、様々な展示や、実験が行われていた。また、研究室で直接、研究者の話も聞くこともできた。

その中で、特に僕が興味を持ったのは、海洋の二酸化炭素の吸収、アルカリポンプについてだ。

地球温暖化で一番の悪役になっている二酸化炭素。海は、その二酸化炭素の吸収貯蔵の大事な役目を担っているという。

地球は、太陽系の中で唯一水の惑星である。その地球の表面積の70%以上、3億6800万km²が海だ。

太古の昔より海は、多くの生物に沢山の恵みをもたらした。20世紀人類は、宇宙開発まで科学技術を進めた。その昔、宇宙飛行士「ガガーリン」に「地球は青いヴェールをまとった花嫁のようだった」とまで言わしめた。しかし人類は、空ばかりを眺め、あまり足元を見ていなかった。現実には、地球を破壊し続け、その犠牲の上に今の文明が成り立っている部分がある。

僕は、まだまだ多くの謎を持つ海から、その一部分でもいいから学び、そこから、この大切な惑星について考えたいとこのテーマを選んだ。

研究の目的

pH の異なる水溶液の、二酸化炭素の吸収について調べる。

水溶液の pH の違い、容量の違い、水面の作り方の違いから、それぞれの二酸化炭素の吸収量の違いをみる。

そして、二酸化炭素吸収後の水溶液の水質の変化についても調査する。

文献などで、海洋の二酸化炭素の吸収の仕組みを調べ、海洋のアルカリポンプについてその役割と、問題点、これからの課題について考えたい。

仮説

1. 強アルカリの水溶液ほど、多くの二酸化炭素を吸収する。
2. 水溶液が多いほど、多くの二酸化炭素を吸収する。
3. 水溶液を二酸化炭素と振り混ぜることによって、より多くの二酸化炭素が吸収される。
4. 二酸化炭素吸収後の水溶液の水質が酸性方向に傾く。

準備

紫キャベツ 1/4 個 (160 g)、水 480 ml、鍋、

へら、ガスレンジ、計量カップ、キッチンスケール

炭酸ガス発砲入浴剤、金槌、計量スプーン

海水 (晴海埠頭) 金バケツ、ロープ、

石鹼水 固形石鹼 (30 g)、水 10 l、

クエン酸水溶液 クエン酸 (10 g)、水 2 l、

ペットボトル (1.5 l) 20 本、試験管 5 本、

試験管立て、スポイト 5 本、ろうと、温度計

デジタルカメラ

まず、各種水溶液のpHを測るため、紫キャベツ水溶液を作っておく。紫キャベツ 1/4 個 (160g) に対し、水 480ml で、重量比が3:1になるようにして鍋で煮込む。

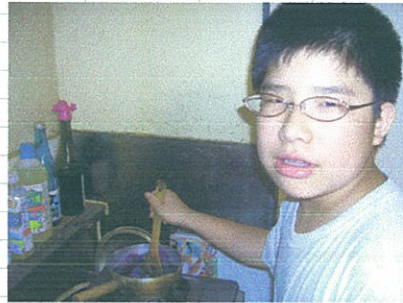
つぎに、二酸化炭素をすばやく同じ条件で作るため、固形の炭酸ガス発砲入浴剤を、金槌で砕き、粉末状にし、溶け易く量りやすいようにしておく。

最後に各種の水溶液を準備する。海水は採取から実験まで時間が空かないよう(出来るだけ海洋にある状態と同じように)にする。ほかの水溶液については、固形物が残らないようによく溶かす。また、全水溶液とも同じ水温の状態で行実験できるように温度調節する。

実験の準備



紫キャベツの水溶液の作成



二酸化炭素の準備 発砲入浴剤粉碎



海水採取 1



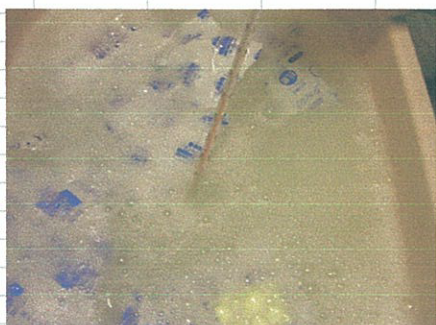
海水採取 2



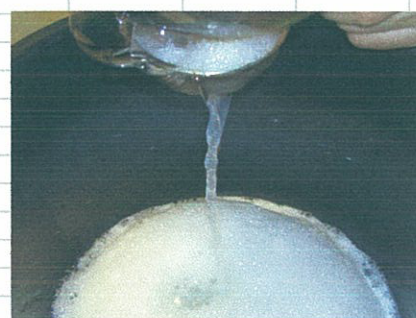
海水採取 3



水溶液の温度を一定にする



茶こしで固形物取り除く



方 法

石 鹼 水 、 海 水 、 水 道 水 、 ク エ ン 酸 水 溶 液 の 4
種 類 の pH の 異 なる 水 溶 液 を 用 意 す る 。

ペ ッ ト ボ ト ル の な か で 、 粉 末 上 の 炭 酸 ガ ス 発 砲
入 浴 剤 を 水 2 5 0 m l で 溶 か し 、 二 酸 化 炭 素 の 気
体 を 発 生 さ せ る 。 す ば や く 、 中 の 水 だ け を 捨 て る 。

続 い て 、 ペ ッ ト ボ ト ル に 、 2 5 0 m l 、 5 0 0 m l 、 7 5 0 m l
の 容 量 で 水 溶 液 を 種 類 ご と に 入 れ て い く 。

入 れ た 後 す ぐ に 、 一 分 間 ペ ッ ト ボ ト ル を 振 り 続 け
水 溶 液 に 二 酸 化 炭 素 を 溶 か し こ む 。

ペ ッ ト ボ ト ル の 形 状 の 変 化 か ら 水 溶 液 の 中 に ど
れ だ け 、 二 酸 化 炭 素 が 吸 収 さ れ た か を 比 べ る 。

ま た 、 中 の 様 子 に つ い て も 観 察 す る 。

観察後すぐに、水溶液の pH の変化について、紫キャベツ水溶液を用いて調べる。

同様の実験を、水溶液の容量を等しくして、異なる水溶液での比較をする。

また、ペットボトルを振らずに、同様の実験を行う。
750 ml の容量で水溶液を種類別に入れ、3 時間、12 時間、24 時間の時間が経過した後の変化を観察する。

結果

水溶液別の容量の違いによる実験

一分間ペットボトルを振る

水溶液名称		石鹼水	海水	水道水	クエン酸
水溶液容量	元のpHの状態	弱アルカリ性	弱アルカリ性	中性	弱酸性
	pH	10	8.3	7	4
250ml	容器凹み順位	3	3	3	3
	気泡の量	少し	少し	少し	わずか
	pHの変化	中性	中性	わずかに酸性	変化無し
500ml	容器凹み順位	2	2	2	2
	気泡の量	全体的に薄く	全体的に薄く	全体的に薄く	少し
	pHの変化	中性	中性	わずかに酸性	変化無し
750ml	容器凹み順位	1	1	1	1
	気泡の量	沢山	沢山	沢山	沢山
	pHの変化	中性	中性	わずかに酸性	変化無し

容量別の水溶液の違いによる実験

一分間ペットボトルを振る

水溶液名称		石鹼水	海水	水道水	クエン酸
水溶液容量	元のpHの状態	弱アルカリ性	弱アルカリ性	中性	弱酸性
	pH	10	8.3	7	4
250ml	容器凹み順位	1	2	3	3
	気泡の量	少し	少し	少し	わずか
	pHの変化	僅かにアルカリ性	変化無し	変化無し	変化無し
500ml	容器凹み順位	1	2	3	3
	気泡の量	全体的に薄く	全体的に薄く	全体的に薄く	少し
	pHの変化	中性	変化無し	変化無し	変化無し
750ml	容器凹み順位	1	2	3	3
	気泡の量	沢山	沢山	沢山	沢山
	pHの変化	中性	僅かに酸性	僅かに酸性	変化無し

容量750mlの水溶液の違いによる時間経過による実験

ペットボトルは振らずに置いたまま

水溶液名称		石鹼水	海水	水道水	クエン酸
経過時間	元のpHの状態	弱アルカリ性	弱アルカリ性	中性	弱酸性
	pH	10	8.3	7	4
3時間	容器凹み順位	1	1	1	1
	気泡の量	わずか	無し	わずか	わずか
12時間	容器凹み順位	1	2	4	2
	気泡の量	全体的に薄く	無し	全体的に薄く	全体的に薄く
24時間	容器凹み順位	1	2	3	3
	気泡の量	全体的に薄く	無し	全体的に薄く	全体的に薄く
	pHの変化	僅かにアルカリ性	中性	中性	変化無し

原液 種類別 pH



海水 水量別



海水 水量別 pH



水道水 水量別



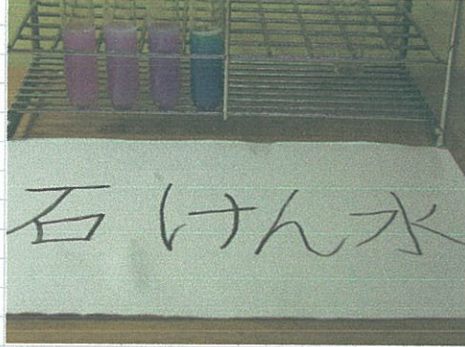
水道水 水量別 pH



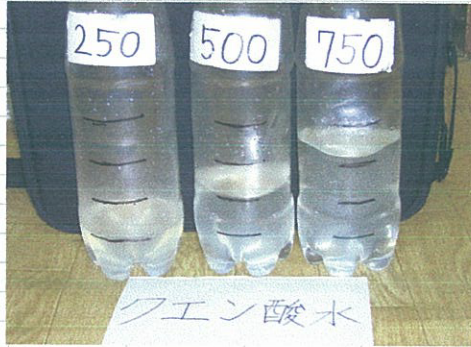
石けん水 水量別



石鹸 水量別 pH



クエン酸水 水量別



クエン酸水 水量別 pH

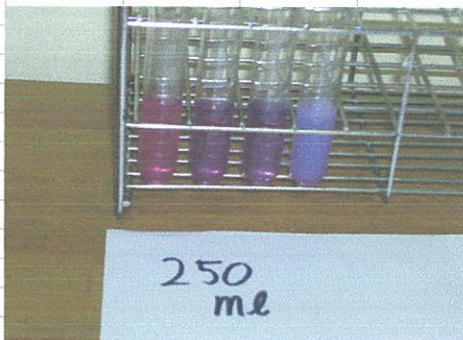


250ml 種類別



250ml 種類別 pH

左から クエン酸、水道水、海水、石鹸水



500ml 種類別



500ml種類別 pH 270

左から クエン酸、水道水、海水、石鹸水



<p>750ml 種類別</p> 	<p>750ml 種類別 pH 左から クエン酸、水道水、海水、石鹸水</p> 
<p>0時間後 種類別</p> 	<p>3時間後 種類別</p> 
<p>12時間後 種類別</p> 	<p>24時間後 種類別</p> 

考 察

水溶液別の容量の違いによる実験結果から、いずれの水溶液も、水溶液の容量が多いほど、ペットボトルが凹んでいる。このことから、水溶液の容量が多いほど、多くの二酸化炭素溶けていると考えられる。

また、二酸化炭素が、多く溶けているほど気泡が出現している。二酸化炭素の水への溶解度は常温から0℃までは温度の低下と共に増大し、0℃では1Lの水に1.713L(0℃、1気圧下で)の二酸化炭素が溶けるとされている。二酸化炭素は、温度が高いと、溶けにくいので、室温の影響により一度溶けた気体が、再び気泡となって出現したものと考えられる。とけた気体が多いほど出現し

やすいのは、一気圧下では、炭酸水はすぐにガスが抜けてしまうからだと考えられる。

いずれの水溶液も、容量が多いほど、酸性方向に傾いている。これは、弱酸性の二酸化炭素を多く溶け込んだことによるものと考えられる。

異なる水溶液を同じ容量で比較する実験から、どの水量でも、アルカリ性の水溶液のほうが、より多くの二酸化炭素を溶かし込んでいる。これは、弱酸性の二酸化炭素とアルカリ性の水溶液との化学的性質により、より反応しやすくなって、多くの二酸化炭素を溶かし込んだものと考えられる。

また、時間経過による実験より、振り混ぜたほうがより早く、二酸化炭素を吸収している。これは、

振り混ぜることにより、より多くの水面が気体と接したため、その分早く吸収されたものと考えられる。

また、時間経過とともに振ったときと同じ結果が得られた。しかし、気泡については、アルカリ性の石鹼水と海水では、現れなかった。これは、ゆっくりと中和反応にしたことにより、安定して二酸化炭素が溶け込んだものと考えられる。

結 論

実 験 結 果 より、アルカリ性 の水 溶 液 ほど、多 くの
二 酸 化 炭 素 を吸 収 する。

また、水 溶 液 の性 質 に関 わらず、その容 量 が多
いほど多 くの二 酸 化 炭 素 を吸 収 する。

水 溶 液 が、多 く気 体 と接 するほう がより効 率 的
に二 酸 化 炭 素 を吸 収 する。

二 酸 化 炭 素 を吸 収 すればその水 溶 液 は、中 性
ないし酸 性 方 向 へとその性 質 を傾 けていく。

反省

今回の実験では、データ数が少なかったことが、一番悔やまれる。できるだけ多くのデータで条件を変え比較検討を繰り返したかった。ペットボトルに限りがあったことが残念だった。海水については、もっと広い地域、海域での比較ができれば面白いと思う。チリ沖の湧昇流で生物ポンプについても見てみたい。

文献より以下のことが分かった。

二酸化炭素を海洋に取り込む仕組み

「生物ポンプ」と「アルカリポンプ」がある。

「生物ポンプ」とは植物性プランクトンの光合成により二酸化炭素が固定化され、植物性プランクトンや動物性プランクトンや魚に食べられ、最終的にマリンスノーとなって深海に堆積する仕組みをいう。

「アルカリポンプ」とは。海水は弱アルカリ性であるた

め、弱酸性の二酸化炭素をよく溶かしこむが、この科学的性質による海中への二酸化炭素の吸収をいう。

生物の炭素の循環について(注1)

『生物圏における炭素循環は、基本的に植物(一次生産者)による生産(二酸化炭素から有機炭素への変換)と消費者の呼吸と分解者による分解無機化(有機炭素から二酸化炭素への変換)という二大化学反応系と、その間を橋渡しする物理輸送プロセス(拡散、移流、沈降、揮発などのほか生物による移動も含む)から構成されているという。海洋を含めた水圏生態系の場合、生産された有機炭素が分解無機化を受けるまでの間に、かなりの比率の有機炭素がいったん水に溶けた状態(溶存態有機炭素)を経由される。この溶存態有機炭素は、次のような重要な生態学的・生物地球化学的意義を有する。

1. バクテリアを中心とした微生物群集の栄養源となり、微生物群集の代謝活性・現存量・多様性を規定する主要な因子となると共に、微生物ループを経由して高次捕食者の炭素源・エネルギー源ともなる。
2. 溶存態有機炭素のごく一部は生化学反応などを経て難分解化し、極めて長い期間にわたって海洋の中に有機物のままでとどまる。これは大気中の二酸化炭素の重要な隔離先ともなると考えられている。
3. 分子量の非常に大きな一部の溶存態有機物は、海水中で相互に凝集して粒子状となり、やがてマリンスノーを形成して海洋深層へ沈降していく。これは「生物ポンプ」と呼ばれ、有機物や二酸化炭素、微量元素を海洋深層に輸送する役割がある。
4. 窒素やリン、鉄などの生物にとって必須の元素は有機炭素と結合した溶存有機化合物としても海水中に存在し、これらの元

素の海水中での存在量やプランクトンにとっての利用可能性に影響を及ぼしている。

5. サンゴ礁や藻場などの光合成能を持つ底生生物群集によって生産される有機物のかなりの部分が、溶存態有機物として海水中に放出されて、底生生物群集と浮游性生物群集の間、沿岸帯生態系と外洋生態系の間を、エネルギー的につなぐ役割を果たしている。

このように水圏生態系における溶存態有機炭素の機能は多岐にわたっている。生態学的に非常に重要であるにもかかわらずまだその意義が正当に評価されていないプロセスも数多くあり、今後一層の研究努力が要求されている、発展途上の研究分野と行うことができる。』とあった。

私たちの地球、海は、まだまだ多くの謎を持っている。今回のこの実験は、その一部へのほんの僅か

なアプローチに過ぎない。しかし、このことが僕にとって
「茶碗の湯から科学の世界を見つめるような」、そ
んなきっかけとなったことは間違いない。

※生物の炭素の循環について(注1)

『』は、東京大学海洋研究所HP

海洋化学部門 生元素動態研究室

「溶存有機炭素の存在形態とその地球環境に
おける役割」より引用

www.ori.u-tokyo.ac.jp/dept/ch_oceano.

参 考 資 料

東 京 大 学 海 洋 研 究 所 H P

www.ori.u-tokyo.ac.jp/dept/ch_oceano.

海 洋 化 学 部 門 生 元 素 動 態 研 究 室

溶 存 有 機 炭 素 の 存 在 形 態 と そ の 地 球 環 境 に
お け る 役 割

海 洋 化 学 部 門 海 洋 無 機 化 学 分 野

大 気 CO_2 が 少 な かつ た 氷 期 の 海

J A M S T E C ((独) 海 洋 研 究 開 発 機 構) H P

www.jamstec.go.jp

ハ イ パ ー 海 洋 地 球 百 科 事 典

山 口 総 研 H P

plaza.harmonix.ne.jp/~katsuyaz

「 地 球 温 暖 化 と 闘 う 愛 資 料 編 」

作 山 口 克 也

監 修 上 野 勲 名 古 屋 大 学 客 員 教 授

エ コ シ ス テ ム 研 究 会 代 表

発 行 新 風 舎