

# 都市近郊の人工干潟における有機物の分解特性に関する一考察

—チャンバー法による CO<sub>2</sub> フラックスの測定—

環境水域工学分野 大谷優里

## Abstract

汚濁負荷量の多い内湾において、干潟は水質浄化に大きく貢献していると言われている。干潟の浄化機能の一つとして、生物による有機物の分解・無機化があげられる。本研究では有機物分解量の指標として堆積物から放出される二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) に着目し、干潟における有機物分解特性の把握を目的として、大阪南港野鳥園人工干潟において干出時の CO<sub>2</sub> フラックスの現地測定を試みた。さらに、潮汐を模した室内実験を行うことで、潮汐変動が有機物分解にどの程度影響を及ぼしているかについての検証を行った。現地調査および室内実験の結果、干潟における有機物分解量は季節によって、また、一日の潮汐変動によっても変化し、温度が高くなるほど、また干出時の地下水位が下がるほど分解量が大きくなることが分かった。さらに、有機物分解量は温度、地下水位、生物量に依存することが示された。

## 1. はじめに

干潟や塩性湿地は生物生息や水質浄化、親水空間、さらには流域圏の物質循環などの観点から重要な場とされ、近年では各地で人工干潟の造成例が増えてきている。干潟生態系においては、底生生物や微生物が有機物の生産や分解・無機化を行い、干潟の炭素循環において大きな役割を果たしている (図 1)。汚濁負荷量の多い内湾において生物活性は浄化機能として働き、近傍海域全体に対して水質や堆積物を浄化する役割を担っていると考えられている。干潟の浄化機能の一つとしてあげられる有機物分解能については、これまで干潟土壌の酸素消費速度や炭酸ガス生成速度から評価する方法等が報告されている<sup>1) 2)</sup>。これらはすべて室内実験的手法によって検討されているが、室内実験については複雑な現場環境を再現することが困難であり、現場における分解能そのものを評価するのは難しいと考えられる。また干潟や塩性湿地では潮の干満によって冠水と干出が繰り返されるため、一日のうちでも温度や水位の変化にさらされるという特殊な環境であり、生物による分解活性もこのような環境の変化に伴って大きく変動していることが

予想される。しかし、干潟における有機物の分解特性について、現地測定手法によって検討した研究例や一日の分解量の変化について着目している研究例は少ない。

生物による有機物の分解・無機化では、一般的に二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) が放出される。干潟堆積物から放出される CO<sub>2</sub> の起源は生物活動に起因するものであると考えられるため、干潟堆積物からの CO<sub>2</sub> フラックスを測定、解析することは、干潟の有機物分解能特性の究明につながると期待される。しかし、潮の干満など、短時間で環境が変化する干潟においては CO<sub>2</sub> の放出・吸収動態に関する研究例がほとんどなく、現地における測定方法も確立されていない。

そこで本研究では、有機物分解の指標として干潟堆積物からの CO<sub>2</sub> フラックスに着目し、チャンバーを用いた現地測定装置の試作とともに、それを用いて干潟干出時における有機物の分解特性について把握することを目的とした。

## 2. CO<sub>2</sub> フラックスの現地測定

### 2.1 測定手法

干潟干出時の CO<sub>2</sub> フラックスの現地測定方法として、チャンバー法による測定を試みた。チャンバー法による測定に関しては、これまで農学関連分野において土壌呼吸を測定する方法として、さまざまな手法が用いられてきた<sup>3)</sup>。本研究で用いたチャンバー法は、干出時に堆積物表面をチャンバーで覆い、チャンバー内の空気をポンプで吸引し、流入、流出する空気中の二酸化炭素濃度を測定してその濃度差から CO<sub>2</sub> フラックスを試算するという測定方法である。この方法は外気が常にチャンバー内に送り込まれるため、チャンバー内の環境が改変されに

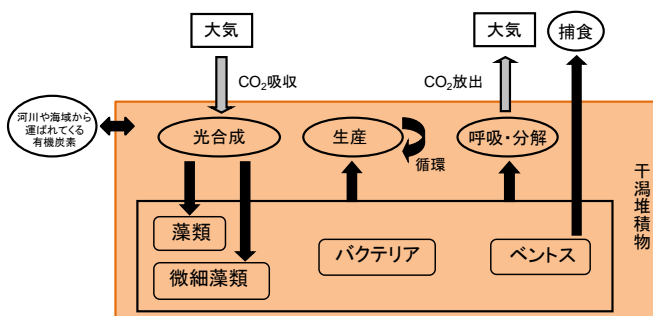


図 1 干潟における炭素循環の模式図

くいことから測定手法として採用した。しかし本研究における従来の測定方法では、チャンバー内に流入する空気量よりも吸引される量が大きく、結果として堆積物間隙中の  $\text{CO}_2$  濃度の高い空気を吸い上げてしまったことから、フラックスは過大評価となっている可能性が示唆された<sup>4)</sup>。このため、吸引する量と同量の空気をチャンバー内に強制的に送り込むよう改良し、改良したチャンバー法を用いて調査を行った。

装置は、チャンバー（円錐台：底面積  $1392\text{cm}^2$ 、高さ  $31\text{cm}$ 、容積  $40.9\text{l}$ ）、 $\text{CO}_2$  ガスアナライザー（LI-COR 製、LI-820）と、15 秒間隔で  $\text{CO}_2$  濃度を記録するデータロガー（LI-COR 製、LI-1400）で構成される（図 2）。チャンバーからは一定流量（約  $2.5\text{l}/\text{min}$ ）で空気を吸引し、同流量の空気をチャンバー内に送り込んだ。本研究では有機物の分解・無機化による  $\text{CO}_2$  濃度変化を測定の対象としているため、測定には光を遮断する暗チャンバーを使用し、藻類による光合成の影響を除外した暗条件での測定を行った。

堆積物表面から大気に  $\text{CO}_2$  が放出される速度は堆積物表面のある面積から単位時間に放出される  $\text{CO}_2$  量として表わされる。フラックスの単位を有しているため、本研究ではこれを  $\text{CO}_2$  フラックスと呼び、放出を正、吸収を負で表すこととする。森林等において土壌表面から大気中に  $\text{CO}_2$  が放出される現象は土壌呼吸と呼ばれ、これまで地球規模の炭素収支の点からたくさんの研究が行われている。これらの研究では、土壌から大気への気体の放出には、土壌中の空隙と大気との  $\text{CO}_2$  濃度勾配による拡散と、圧力勾配による放出とがあるが、一般に土壌呼吸のプロセスは拡散による  $\text{CO}_2$  の放出が主体であると考えられている<sup>3)</sup>。これは干潟においても同様であると仮定できる。

また、本研究で測定している  $\text{CO}_2$  フラックスは堆積物表面から放出される  $\text{CO}_2$  すべてを指しており、その  $\text{CO}_2$  の起源としては、堆積物中の底生動植物、菌類、細菌類による有機物の分解・無機化であるといえる。これらの生物に関して個々の有機物分解能について測定することは困難であるため、堆積物表面からの  $\text{CO}_2$  フラックスを測定し、生物全体での有機物の分解特性について考察することとする。また上記のような生物学的な  $\text{CO}_2$  の動態以外にも物理化学的な作用による動態も考

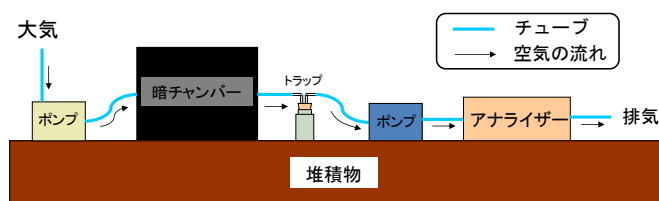


図 2 現地測定装置の概要

えられるが、土壌呼吸において考慮に入れられることは少ないため、干潟堆積物における測定においても考慮しないこととする。

## 2.2 調査干潟および調査項目

調査地は、大阪南港野鳥園人工干潟（以下、野鳥園）に設定した。野鳥園は大阪市地先海面の一部を埋め立てて造成された施設で、湿地部分には北、西、および南の 3 つの池とヨシ原が設けられている。多種多様な底生生物が生息し、シギ・チドリなどの渡来地として重要な役割を果たしている。本研究では北池を対象として調査を行った（図 3）。測定地点はヨシ原からは離れているため、ヨシの地下部（根、根茎等）の呼吸による  $\text{CO}_2$  放出はないものとする。

調査は 2009 年 10 月 14 日、2010 年 5 月 12 日、5 月 26 日、6 月 9 日、7 月 21 日、12 月 9 日の計 6 回、大潮の干潮時に実施した。いずれも昼間の干出時に約 30 分～1 時間の測定を数回行ったが、夜に潮位が下がる冬季の調査のみ、夜間の干出時に調査を行った。また、 $\text{CO}_2$  濃度の他に、 $\text{CO}_2$  濃度変化測定時の地下水位およびチャンバー内の温度、地下水表層の全炭酸濃度、チャンバー内堆積物の底生微細藻類量（0-5mm 層）と小型底生動物量、さらに底質として粒度組成や有機物量などを測定した。



図 3 大阪南港野鳥園の位置と調査地点

## 2.3 現地調査結果および考察

### 2.3.1 $\text{CO}_2$ フラックスの季節変化と日変化

2010 年 5 月 26 日（春季）、7 月 21 日（夏季）、12 月 9 日（冬季）に現地にて測定したチャンバー内の  $\text{CO}_2$  濃度変化を図 4 に示す。これらはチャンバーをかぶせて測定を開始してからの経過時間とチャンバー内における  $\text{CO}_2$  濃度の関係を表したもので、○の中の番号は各測定日における測定の順番を、( ) 内は  $\text{CO}_2$  濃度測定中の St.1 における平均地下水位を示している。野鳥園干潟上での大気の  $\text{CO}_2$  濃度は、季節に関係なく  $400\text{ppm}$  前後であるのに対して、7 月のチャンバー内  $\text{CO}_2$  濃度は測定開

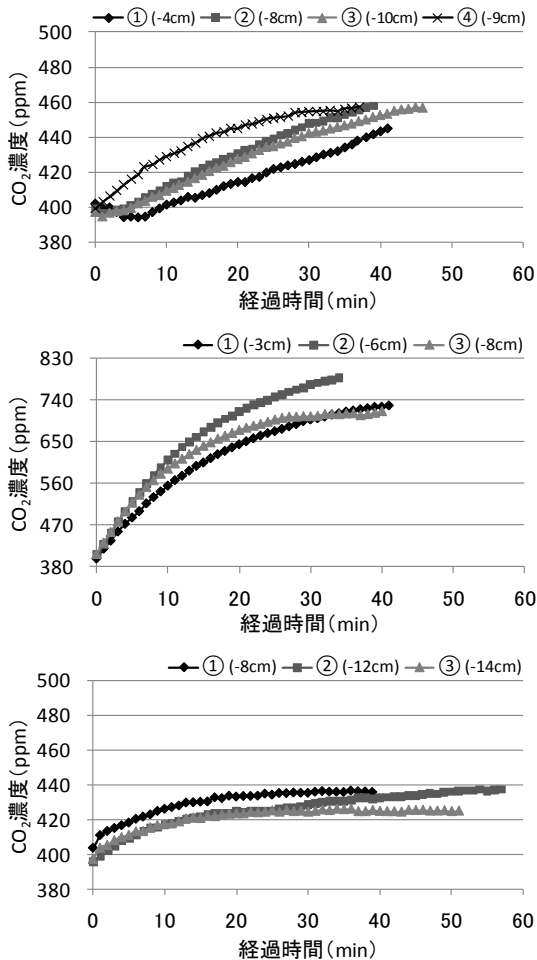


図4 各測定におけるチャンバー内のCO<sub>2</sub>濃度変化  
(上: 5月, 中央: 7月, 下: 12月)

始 20 分後には 600ppm をこえている。一方、12 月のチャンパー内 CO<sub>2</sub> 濃度は開始 20 分後でも 430ppm 程度で、さらにその後も 440ppm をこえることはなく、夏季と比べると濃度変化の傾きが極めて小さい。

これらの濃度変化と大気 CO<sub>2</sub> 濃度から、野鳥園干潟干出時における CO<sub>2</sub> フラックスを算出した結果を図 5 に示す。これらはチャンパーをかぶせて測定を開始してからの経過時間と CO<sub>2</sub> フラックスの関係を表したもので、前図と同様に、○の中の番号は各測定日における測定の順番を、( ) 内は CO<sub>2</sub> 濃度測定中の St.1 における平均地下水位を示している。なお、測定開始直後はチャンパーを伏せて間もないために藻類の光合成による CO<sub>2</sub> 濃度への影響が考えられること、また、チューブ内に残存していた空気の CO<sub>2</sub> 濃度が測定されている可能性があることから、CO<sub>2</sub> フラックスは測定開始 5 分後から表示した。5 月はフラックスが平均 1.9mgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/min、7 月は 12.4mgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/min、12 月は 1.3mgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/min であり、フラックスは冬季、春季、夏季の順に大きくなっている。特に 7 月のフラックスは 5 月に比べると約 6.5 倍と、かなり大きな値を示しており、CO<sub>2</sub> フラックスは季節によって異なることが示された。そこで、全調査日

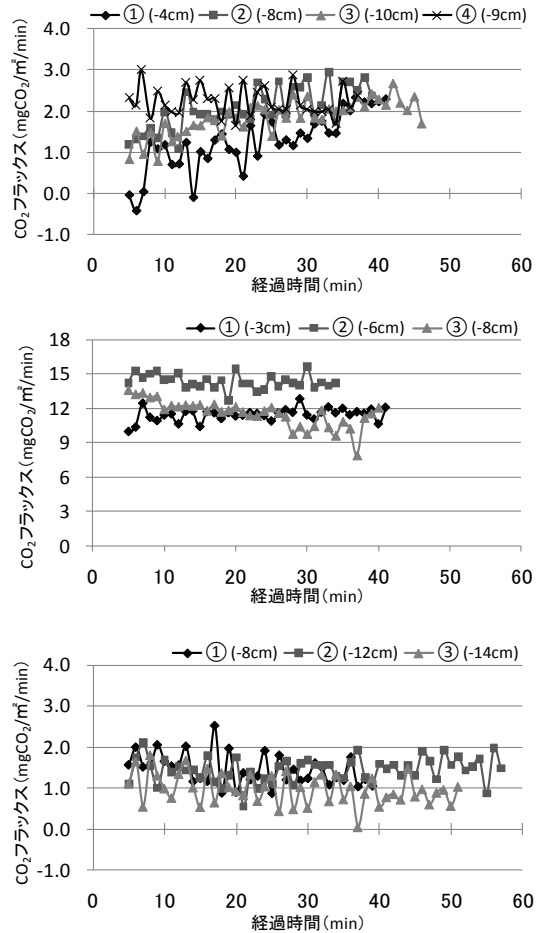


図5 野鳥園干潟干出時における CO<sub>2</sub> フラックス  
(上: 5月, 中央: 7月, 下: 12月)

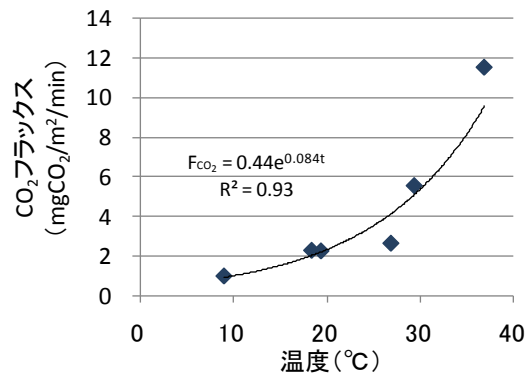


図6 チャンパー内温度と CO<sub>2</sub> フラックスの関係

における CO<sub>2</sub> フラックスと、測定時のチャンパー内温度との関係を図 6 に示す。各調査日における CO<sub>2</sub> フラックスの代表値として、干潮時(地下水位が最も低い)、かつ測定中に地下水位が変動しない時間帯に測定したものの平均値を用いた。図から温度の上昇とともに CO<sub>2</sub> フラックスが増加しており、温度が高いほど有機物の分解量は大きいことが分かる。また、温度の増加に対して CO<sub>2</sub> フラックスが指数関数的に増加していることが読み取れる。佐々木 (2008) は室内実験の結果、温度の上昇によって CO<sub>2</sub> 放出速度が大きくなる傾向がみられ、周囲の温度と好氣的分解に伴う CO<sub>2</sub> 放出速度は、指数

関数として近似できることを報告している<sup>5)</sup>。本研究において CO<sub>2</sub> フラックス (F<sub>CO<sub>2</sub></sub>) は温度 (t) の指数関数で表され、回帰式  $F_{CO_2}=0.44exp(0.084t)$  が得られた。また、温度が 10°C 増加するときの反応の増加率を意味する温度係数 (Q10) を求めると 2.3 が得られ、この値は清木ら (1998) が干潟土壌を用いた室内実験にて得た値と類似している<sup>1)</sup>。これは、野鳥園北池の干出時においては、温度が 10°C 上昇するごとに、堆積物表面からの CO<sub>2</sub> フラックス、つまり有機物の分解・無機化量が約 2.3 倍増加することを示している。このことから、一年間を通してみると、有機物の分解量は温度の高い夏季に大きく、温度の低い冬季に小さいことが推察できた。

温度によって有機物の分解量が異なることは一般に知られているが、図 5 より一日のうちでもフラックスに差がみられることが分かる。また、5 月および 7 月の測定時には一回の測定中にもフラックスが変化している。そこで、一日のうち干出時における有機物分解量の変化を、地下水位の変動に着目して考察する。図 7 に 5 月 26 日の CO<sub>2</sub> フラックスと地下水位の時間変化を示す。本研究における地下水位とは、干出時に堆積物中で上下変動している水位のことで、測定地点の堆積物表面を基準とした水位で表している。干出直後 (1 回目) 測定時の CO<sub>2</sub> フラックスよりも、少し地下水位の下がった 2 回目測定時の CO<sub>2</sub> フラックスの方が大きい値を示している。このことから、干出後の経過時間、つまり地下水位の低下に伴って有機物の分解量が多くなることを推察させる。これはいずれの調査日においても示されており、水位が低下するにつれてフラックスが大きくなり、水位が一定になると CO<sub>2</sub> フラックスも安定する傾向が読み取れる。以上のことから、潮汐 (地下水位) の変動と干潟における有機物の分解・無機化量には対応関係があることが示唆された。地下水面の高さが湿地堆積物からの CO<sub>2</sub> フラックスに影響を与えているという報告があるが<sup>6)</sup>、これは、地下水位が低い時に地表面を好氣的状態にするためとされており、本調査でも同理由によって好氣的分解が活発に行われ、分解速度が大きくなって

いると考えられる。また、沼地における研究でも、地下水位の低下は酸素の土中への拡散を増加させて好氣的分解を促進させた結果、CO<sub>2</sub> の放出量が大きくなると報告されている<sup>7)</sup>。本調査でも時間経過に伴ってフラックスが変化していることから、干潟においても、潮汐変動による地下水位の変化に伴って、一日のうちでも分解量が変化していることが推察できた。これについては室内実験にて詳しく検討する。

### 2.3.2 CO<sub>2</sub> フラックスに占める小型底生動物 (マクロベントス) の呼吸の影響

本研究で着目した CO<sub>2</sub> フラックスには、微生物による有機物分解量に加えて、マクロベントスの呼吸による有機物の無機化量も含まれている。このため、CO<sub>2</sub> フラックスに占めるマクロベントスの呼吸の割合から、干潟の有機物分解の中でマクロベントスがどの程度関与しているのかを試算した。

チャンバー内に存在したマクロベントス現存量から、小川ら (2006) による計算手法<sup>8)</sup> に従ってマクロベントスの呼吸による無機化量を推定した。その結果、5 月 26 日は 0.76mgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/min、7 月は 2.06mgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/min、12 月は 0.24mgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/min と推定され、全調査を通してみると、2009 年 10 月の調査を除き、CO<sub>2</sub> フラックスのおよそ 1/3~1/6 がマクロベントスの無機化量であることが分かった (図 8)。このことから、マクロベントスの呼吸による有機物の無機化量も無視できない量であると言える。しかし、ここで述べたマクロベントスによる無機化量は年間平均値を考慮しており温度を考慮していないことから、温度が高く、生物活性が高くなる 6 月や 7 月は無機化量がさらに大きくなる可能性がある。

干潟での有機物の無機化におけるベントスの寄与率を推定した研究例はいくつか報告されているが<sup>1) 8)</sup>、寄与率は 3.4~100% とかなり広い範囲の値が得られている。野鳥園の結果もこの範囲内であったが、この結果から本調査において有機物の分解活性を考えるにあたり、マクロベントスの呼吸による有機物の無機化量も無視できない量であることが分かった。

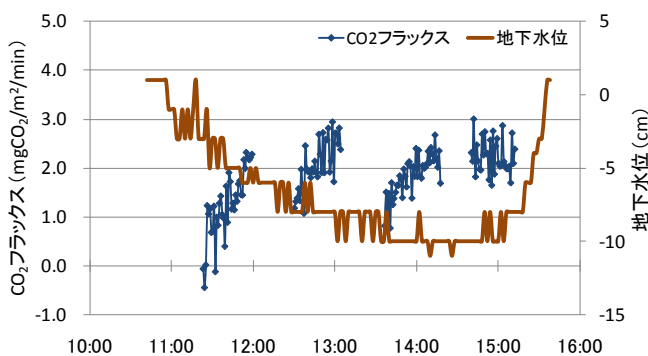


図 7 5 月 26 日における CO<sub>2</sub> フラックスと地下水位の時間変化

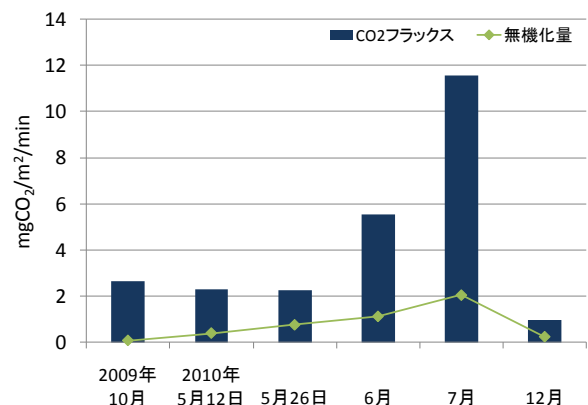


図 8 各調査日の CO<sub>2</sub> フラックスとマクロベントスによる無機化量

### 2.3.3 他の干潟の分解活性との比較

同じ都市近郊の干潟においても、底質性状の異なる干潟では分解活性に差があるのかを検討するため、2009年10月14日に野鳥園において、2009年11月1日に和歌山市の和歌川河口域に位置する和歌川河口干潟（図9）において、同様の測定方法を用いて調査を行った。

野鳥園人工干潟と和歌川河口干潟の、暗条件でのCO<sub>2</sub>フラックスの算出結果を図10に、測定時のチャンパー内の温度および平均地下水位、チャンパー内の底質を表1に示す。和歌川河口干潟のCO<sub>2</sub>フラックスは平均0.4mgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/minであるのに対して、野鳥園が平均2.6mgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/minであり、和歌川に比べると約6.3倍大きな値を示している。生物活性は温度に依存することが知られているが、野鳥園と和歌川では測定時のチャンパー内温度に大きな違いがないにもかかわらず、フラックスに差が出ていた。このことから、野鳥園においては有機物の分解・無機化が活発に行われていることが推察できる。礫分の多い野鳥園の堆積物中には、干出時に酸素が入り込みやすく、結果として好氣的分解が促進されていることが理由の一つとして考えられる。さらに、マクロベントス量が野鳥園の方が多かったことから、ベントスの呼吸による無機化量の違いもフラックスに差をもたらしている要因だと考えられる。なお、小川ら（2006）は、全炭素量に占める底生藻類由来の炭素量の割合が高いことで無機化量が高くなると報告している<sup>8)</sup>。そこで、野鳥園と和歌川の堆積物表層クロロフィルa量およびフェオフィチン量を比較すると、それぞれ野鳥園が18.1μg/g-wet、20.6μg/g-wet、和歌川が1.3μg/g-wet、0.1μg/g-wetと、野鳥園の方がかなり大きな値を示している。特に死滅した藻類量の指標となるフェオフィチンについては、和歌川は0に近い値である。このことから、野鳥園の方が底生藻類由来の炭素量の割合が高いことが示唆され、これによって有機物の分解量が多くなったことも考えられる。また野鳥園は、夏季になるとアオサが大量に繁茂するグリーンタイドがみられることから、底生藻類由来の炭素量の割合が高く、分解量の多いことが推察できる。

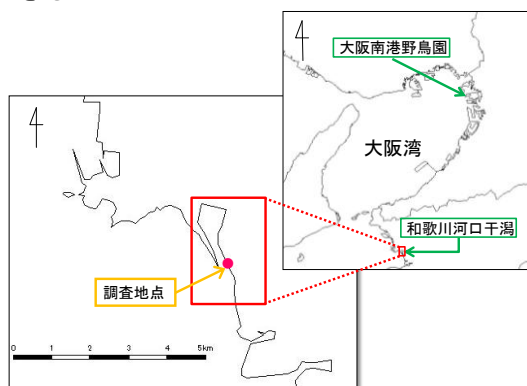


図9 和歌川河口干潟の位置と調査地点

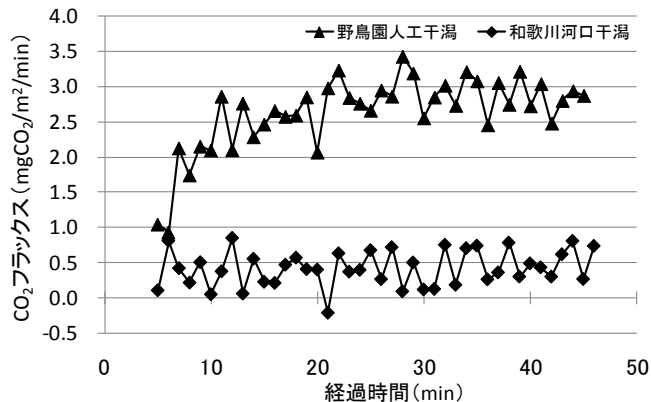


図10 大阪南港野鳥園と和歌川河口干潟におけるCO<sub>2</sub>フラックス

表1 大阪南港野鳥園と和歌川河口干潟測定時のチャンパー内温度および地下水位と底質

	チャンパー内温度(°C)	平均地下水位(cm)	含水率(%)	強熱減量(%)	TOC(mg/g-dry)
野鳥園	26.6	-12	24.9	1.8	4.3
和歌川	28.2	-15	19.9	0.9	0.5

以上のように、干潟の底質や生物量など、環境条件が異なる2つの干潟ではCO<sub>2</sub>フラックスに大きな差があり、有機物の分解・無機化量も異なることが分かった。

### 3. 地下水位変動とCO<sub>2</sub>フラックスに関する室内実験

#### 3.1 実験概要

現地調査の結果、地下水位変動とCO<sub>2</sub>フラックスには関係があり、干潟においては一日のうちでも有機物の分解量が大きく変化していることが示唆された。しかし、現地においては様々な環境条件が相互に作用し合うため、地下水位変動のみによるCO<sub>2</sub>フラックスへの影響を明確にすることは難しい。そこで、潮汐変動が干潟の有機物分解にどの程度の影響を及ぼしているのかを検証するため、現地堆積物を持ち帰り、温度や生物相などの環境条件を一定にした状態のもとで潮汐変動を模した室内実験を試みた。

#### 3.2 実験方法

2010年11月14日の干潮時に大阪南港野鳥園の現地測定地点付近にて、内径30cm、高さ50cmの亚克力製円筒管を用いて、深さ約20cmまでの堆積物サンプルを乱さないように採取した。同時に北池内にて海水も採取し、実験用海水とした。

実験室にて現地堆積物の入った円筒管に底蓋をし、水位調整BOXの中に設置して、BOX内に現地海水を流し込んだ。円筒管内の水位を、堆積物表面を基準として±0cm、-5cm、-10cm、-15cmと変化させ蓋をして密閉し、暗条件にてそれぞれの水位における円筒管内のCO<sub>2</sub>濃度変化を測定してフラックスを算出した。CO<sub>2</sub>濃度測定装置は、サンプルの入った円筒管とCO<sub>2</sub>ガスア

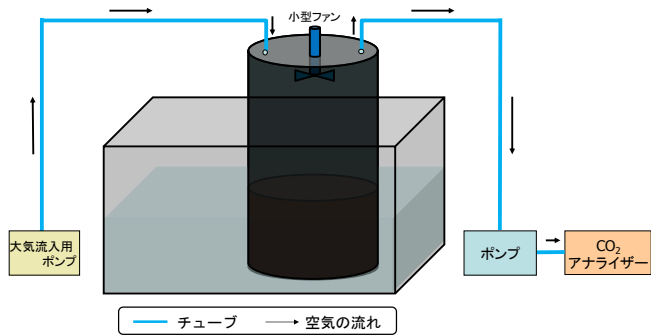


図 11 室内実験装置の概要

表 2 実験日と実験条件

実験日	海水温度 (°C)	堆積物表面の温度 (°C)	水位変化 (cm)	
実験①	2010.11.15	20	18	±0, -5, -10, -15
実験②	11.18	20	17	-5, -10, -5, ±0, +5
実験③	11.27	20	17	±0, -5, -10, -15, ±0

※水位変化は測定順

ナライザー (LI-COR 製, LI-820), 15 秒間隔で CO<sub>2</sub> 濃度を記録するデータロガー (LI-COR 製, LI-1400) で構成される. 円筒管内の圧力調整と空気のリセットのため, 測定 1 回ごとに蓋を開け, 水位調整を行った後, 測定開始直前に再度蓋を閉めて密閉した. いずれの測定も, 水位調整を行ってから 30 分後より測定を開始し, それぞれ約 30 分間のデータを使用した. 測定装置の概要を図 11 に示す. なお, 実験は堆積物を持ち帰った後 BOX 内に設置し, 1 日間潮汐変動を模して海水を上下させ, 安定させた後に開始した.

実験は 2010 年 11 月 15 日, 18 日, 27 日の計 3 回, すべて 11 月 14 日に採取した同じ堆積物と海水を用いて実験を行った. それぞれの実験条件を表 2 に示す.

### 3.3 実験結果および考察

いずれの測定日も地下水位が ±0cm において CO<sub>2</sub> フラックスが最も小さく, 地下水位が下がるにつれて CO<sub>2</sub> フラックスが大きくなる結果となった. これは現地調査で得られた結果と同様である. そこで, 地下水位とフラックスに相関関係があるのかを確かめるため, 地下水位と CO<sub>2</sub> フラックス平均値の関係を図 13 に示す. いずれの実験においても地下水位と CO<sub>2</sub> フラックスには負の

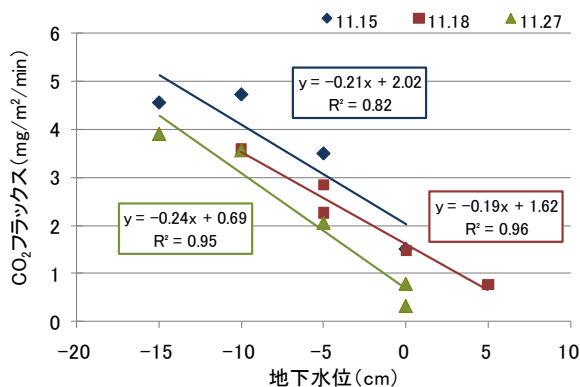


図 13 室内実験における地下水位と CO<sub>2</sub> フラックスの関係

相関があることが読み取れる. このことから地下水位と有機物分解量には関係があり, 潮汐変動のある干潟では有機物分解量が一日のうちでも異なることが明らかとなった.

## 4. まとめ

干潟における有機物分解特性の把握を目的とし, チャンバー法を用いて, 四季を通して暗条件下での CO<sub>2</sub> フラックスを測定した. 干潟における有機物分解量は季節によって, また, 一日の潮汐変動によっても変化し, 温度が高くなるほど, また干出時の地下水位が下がるほど分解量が大きくなることが分かった. さらに, 有機物分解量は温度, 地下水位, 生物量に依存することが示された. このことから, 干潟における有機物分解量や炭素循環量などを定量化する際には, 季節変化だけでなく一日における変化量も考慮に入れるべきである. これらを考慮せずに一日もしくはそれ以上の期間の浄化機能について定量化した場合, 干潟の浄化機能を過大もしくは過小評価してしまう危険性が示された.

## 参考文献

- 1) 清木徹, 平岡喜代典, 李正奎, 西嶋渉, 向井徹雄, 瀧本和人, 岡田光正 (1998): 広島湾における干潟の水質浄化能に関する研究 -有機物の分解特性について-, 水環境学会誌, 第 21 巻, pp.421-428.
- 2) 松尾信, 森本研吾 (1994): 海浜砂中有機物の生分解性状と環境因子との関係 -室内実験手法による検討-, 資源と環境, Vol.3.
- 3) 木部剛, 鞠子茂 (2004): 土壌呼吸の測定と炭素循環, 地球環境, Vol.9, pp.203-212.
- 4) 大谷優里 (2009): 塩性湿地における二酸化炭素の排出・吸収に関する研究 -大阪南港野鳥園 北池-, 大阪市立大学工学部卒業論文.
- 5) 佐々木晶子 (2008): 河口干潟における好氣的有機物分解量: 温度・潮汐の影響を考慮した測定, 瀬戸内海, No.52.
- 6) J.F. MAGENHEIMER, T.R. MOORE, G.L. CHMURA and R.J. DAOUST (1996): Methane and Carbon Dioxide Flux From a Macrotidal Salt Marsh, Bay of Fundy, New Brunswick, Estuaries, Vol.19, No.1, pp.139-145.
- 7) Rodney A.Chimner and David J.Cooper (2003): Influence of water table levels on CO<sub>2</sub> emissions in a Colorado subalpine fen: an in situ microcosm study, Soil Biology & Biochemistry, 35, pp. 345-351.
- 8) 小川葉子, 坂巻隆史, 野村宗弘, 中野和典, 西村修 (2006): 底質性状の異なる干潟の生物学的炭素収支, 土木学会論文集 G, Vol.62, 278-286.

## 討議等

### ◆ 討議 [貫上先生]

概要集の図6には温度とCO<sub>2</sub>フラックスの関係が載せられているが、有機物濃度の季節変化はないのか。また、和歌川河口干潟（以下、和歌川）と大阪南港野鳥園人工干潟（以下、野鳥園）の違いは有機物量の違いなのか。

◆ 回答：野鳥園測定地点の有機物濃度に季節的な差異はなかった。和歌川と野鳥園における堆積物表層の全有機炭素濃度（TOC）には大きな違いがあり、和歌川は0.5mg/g-dryであるのに対して野鳥園は4.3mg/g-dryと、野鳥園の方が約8.6倍大きいことから有機物量もCO<sub>2</sub>フラックスに影響を及ぼす要因の一つとして考えられる。しかし、これら2つの干潟では粒度組成が異なることや、底生微細藻類量、小型底生動物量も異なることから、単に有機物量の違いによって有機物分解・無機化量に差が出ているとは言い切れない。

### ◆ 討議 [矢持先生]

野鳥園と和歌川のフラックスの違いは、粒度組成よりも有機物量が大きく影響しているのではないのか。

◆ 回答：野鳥園の方がフラックスが大きかったこと、また、有機物量が多く、その上底生藻類由来の炭素量が多いと考えられることから、有機物量はフラックスに影響していると推察できる。しかし、野鳥園の方が和歌川に比べて礫分が多く、空気が堆積物中に入り込みやすかったことも要因の一つとして考えられる。前述でも述べたとおり、CO<sub>2</sub>フラックスに影響を及ぼす因子として様々なものが含まれていることから、本研究では各因子がフラックスに与える影響の大小を考察することが難しい。

### ◆ 討議 [貫上先生]

室内実験について、日にちを変えて測定した理由は何か。

◆ 回答：現地の潮汐を模して水位を変動させ実験を行った。そのため、一日のうちに数多くの測定ができなかったことから、日にちを変えて計3回測定を行い、すべて同じ傾向がみられるかどうかの確認を行った。

### ◆ 討議 [鍋島先生]

概要集図6のチャンバー内温度とCO<sub>2</sub>フラックスの関係式は野鳥園だけの関係式なのか。関係式を他の干潟と共通の指標で表すことはできないのか。また、チャンバーをかぶせることによって、堆積物表面の温度がチャンバー外と異なってしまわないのか。

◆ 回答：現地において、CO<sub>2</sub>フラックスに影響を及ぼす要因は温度以外にも多数考えられるため、共通の指標によってフラックスを表すことは困難であった。また、温度に関しては、測定中は常に外気をチャンバー内に取り入れていること、また、チャンバー上に熱遮断フィルムを設置していることから、チャンバー内外の温度差はそれほど大きくならなかった。