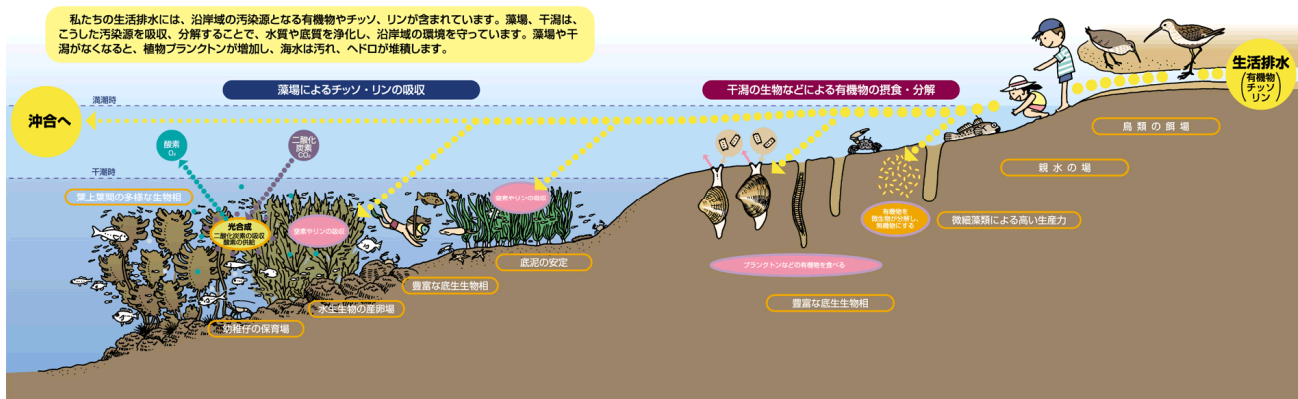


## 干潟・藻場の機能

沿岸域に広がる干潟・藻場は、水質浄化や生物多様性の維持など多様な機能を有し、良好な水環境を維持する上で重要な役割を果たしている。

干潟・藻場の水質浄化機能に着目すると、バクテリアや底生生物による分解、貝類による濾過、藻類による固定、鳥類や魚類による搬出等を通じて有機物や窒素・リンが除去されている。これらの機能はいずれも生物の代謝（摂食、摂餌、呼吸、同化等）により発現されることから、干潟・藻場という基盤に生物が豊かに存在することによりその機能が支えられているといえる。

水質浄化機能の他にも、干潟にはシギ・チドリ類など多くの渡り鳥が餌と休息の場を求めて飛来し、「海のゆりかご」とも呼ばれる藻場には多くの魚介類が産卵や保育の場を求めて集まるなど、豊かな生物多様性と高い生物生産性が維持されている。また、潮干狩りや自然観察、環境学習等が広く行われており、人と海のふれあい場の提供という面からも重要な役割を果たしている。



出典) 水産庁資料

図 1 干潟・藻場の機能

表 1 干潟・藻場の機能

	藻 場	干 潟
①水質の浄化 〔環境保全機能〕 〔生態系保全機能〕	<ul style="list-style-type: none"> <li>・窒素、磷の吸収による富栄養化の防止</li> <li>・流れ藻による沖合への栄養塩類の拡散</li> <li>・透明度の増加と濁り防止</li> <li>・酸素の供給</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・二枚貝等による有機物の除去</li> <li>・窒素、磷の吸収による富栄養化の防止</li> <li>・バクテリアによる窒素の除去</li> </ul>
②生物多様性の維持	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多様な生物種の保全</li> <li>・産卵場の提供</li> <li>・幼稚子の育成場の提供</li> <li>・流れ藻による産卵・育成場の提供</li> <li>・希少生物への餌の提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多様な生物種の保全</li> <li>・鳥類の餌場、休み場の提供</li> <li>・幼稚子の育成場の提供</li> </ul>
③CO <sup>2</sup> の吸収	・藻類の光合成	(研究段階)
④浸食抑制による海岸保全	・波浪の抑制や底質の安定	・消波効果
⑤親水性や環境学習の場	・ダイビング、生物観察等	・潮干狩り、散策、野鳥観察等

出典)「藻場・干潟等の現状と問題点等」平成 20 年 5 月、水産庁、第 1 回 環境・生態系保全活動支援制度検討会資料

# 1. 水質浄化機能

## 1-1 干潟

干潟の水質浄化機能としては、次の二つの作用により有機物や栄養塩類を除去するといった機能を有することが報告されている（図2）。

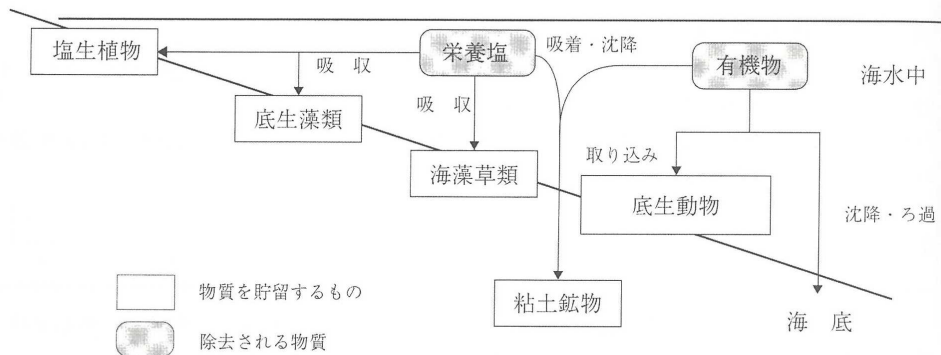
### 物質を干潟内で一時的に安定な形で貯留する作用

砂泥層への海水中の懸濁物質の沈降及び砂泥層を通過する際のろ過  
生物による海水中の栄養塩類、有機物の吸収・取り込み

### 物質を干潟の系外に運び出す作用

砂泥層の微生物による有機物の分解・無機化、脱窒作用  
底生動物の呼吸による有機物の分解・無機化  
干潟を餌場とする鳥類、魚介類の移動に伴う物質の移出  
貝類、海藻類の採取による物質の移出

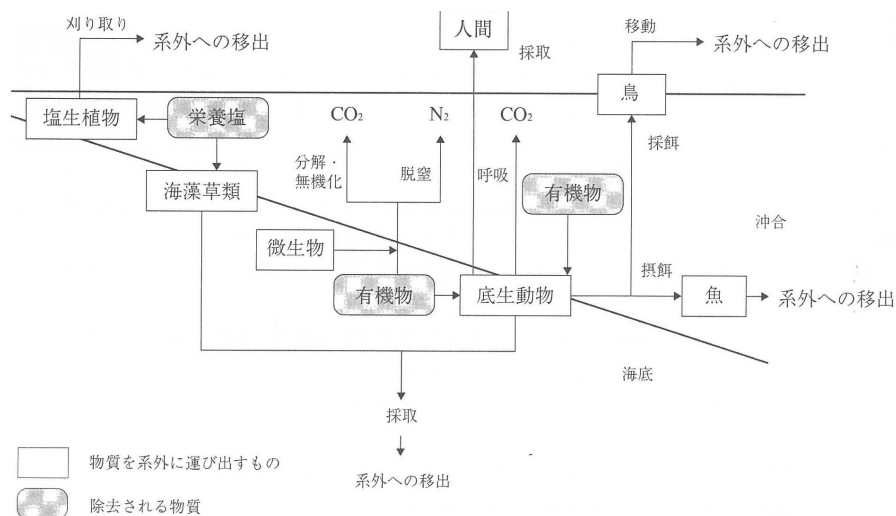
### 物質を貯留する作用



出典)「海の自然再生ハンドブック」国土交通省港湾局監修

図2 - 1 干潟における水質浄化作用（物質を貯留する作用）

### 物質を干潟の系外に運び出す作用



出典)「海の自然再生ハンドブック」国土交通省港湾局監修

図2 - 2 干潟における水質浄化作用（物質を干潟の系外に運び出す作用）

これまでの調査・研究により、干潟の水質浄化能が報告されている文献の収集・整理を行い(資料編参照)ここでは「干潟全体としての水質浄化能」とされ、かつ現地調査結果等を用いて算出されているものを以下に整理した(表2)。なお、干潟の水質浄化能の程度については、干潟の状態や規模、生物の現存量等によって異なるものである。

表2 干潟の水質浄化能(干潟全体としての水質浄化能)

	窒素	りん	出典
現地調査結果を用いた計算値	90.1 (mgN/m <sup>2</sup> /d)	15.4 (mgP/m <sup>2</sup> /d)	
屋内実験施設における実験結果を用いた計算値	42.9 (mgN/m <sup>2</sup> /d)	4.6 (mgP/m <sup>2</sup> /d)	

注) 文献値(出典)の単位変換にあたっては、干潟域の冠水時間を考慮した12時間を乗し、日間平均値を算出した。ただし、脱窒については24時間を乗じた。

出典) : 桑江朝比呂・細川恭史・木部英治・中村由行(2000):メソコスム実験による人工干潟の水質浄化機能の評価,海岸工学論文集,第47巻,土木学会,pp.1096-1100.

## 1-2 藻場

海藻(海草)には、水中の窒素やりんなど無機塩類を体内に吸収し、様々な有機物を作り海水の栄養塩濃度を低下させ、水質浄化に寄与する働きがある。また、水中に葉や茎を複雑に伸ばすことで波浪や水の流れを和らげ、水中に漂う有機物等の粒子を藻場内に滞留・沈降させるという機能もある。アマモの場合、海中や土壌中から栄養塩を吸収して光合成によって固定するとともに、海水や土壌中に酸素を供給している。また、地下茎と根束の伸張により海底地盤を安定化させるなどの役割も担っている。藻場の水質浄化機能としては、以下に示すものが報告されている<sup>1)</sup>。

基礎生産	摂餌場および隠れ場
デトライタス食物連鎖と一次消費者の維持	環境の安定化
産卵場および保育場	流れ藻の供給

の基礎生産について、海洋における基礎生産の大部分は植物プランクトンによるものであるが、藻場のような浅海域では、大型海藻(海草)の生産速度は植物プランクトンを上回る場合がある。特に、アマモ等の海草類は一年中生産が行われ生育も速いため、例えば南西諸島に分布する熱帯性藻場では、陸上の熱帯降雨林に匹敵する生産速度を持つとも言われている。

これまでの調査・研究により、藻場の水質浄化能が報告されている文献の収集・整理を行い(資料編参照)ここでは「アマモ場全体としての水質浄化能」とされ、かつ屋外実験施設での測定結果を用いて算出されているものを以下に整理した(表3)。なお、アマモ場の水質浄化能についても、干潟と同様に、その程度は藻場の生育状況や規模等によって異なるものである。

表3 藻場の水質浄化能(アマモ場全体としての水質浄化能)

	窒素	りん	出典
屋外実験施設における測定結果を用いた計算値	T-N:68.3~168.5 NH4:31.8~123.8 NO3:26.8~44.7 (mgN/m <sup>2</sup> /日)	5.7~12.7(mgP/m <sup>2</sup> /日)	

出典) : 水野豪(2009):「海草アマモの栄養塩吸収」,平成20年度三重大学大学院生物資源学研究所修士論文.

<sup>1)</sup> 「海の自然再生ハンドブック」国土交通省港湾局監修

## 2. 水質浄化能の試算

干潟・藻場における水質浄化能について、次の条件の下で試算を行った。

### 2-1 水質浄化能の設定

#### (1) 干潟

干潟の水質浄化能の設定には、表2の出典（桑江ら(2000)）のうち、現地調査結果（盤洲干潟）から定量化された値を用いた。算出過程を以下に示す（表4）。

表4 干潟の水質浄化能の算出過程

単位	T-N (合計)	DIN	PON	脱窒	T-P (合計)	DIP	POP
平均除去量 <sup>注1)</sup> μmol/m <sup>2</sup> /h	493.5	34.0	416.6	42.9	41.4	2.7	38.7
μg/m <sup>2</sup> /d <sup>注2)</sup>	90115.2	5712.0	69988.8	14414.4	15400.8	1004.4	14396.4
浄化能 mg/m <sup>2</sup> /d	<b>90.1</b>	5.7	70.0	14.4	<b>15.4</b>	1.0	14.4

注1) 平均除去量は、表2の出典（桑江(2000)）より引用した（個々の除去量は資料編表10参照）。

注2) 文献値の単位変換に当たっては、干潟域の冠水時間を考慮した12時間乗じ、日間平均値を算出した。ただし、脱窒については24時間乗じた。

#### (2) 藻場

藻場の水質浄化能の設定には、表3の出典（水野(2009)）の測定結果（三重県）から定量化された値を用いた。なお、藻場による栄養塩吸収については、枯死体が分解することにより栄養塩が回帰する可能性が考えられ、吸収したものの全量を浄化能として評価することは過大評価になると考えられる。そのため、ここでは、枯死したアマモのうち堆積等により回帰しない量は生産量の16%であるとする知見（伊藤・中野(2007)<sup>2)</sup>）等を考慮して、栄養塩吸収の効率を15%と仮定した。算出過程を以下に示す（表5）。

表5 藻場の水質浄化能の算出過程

栄養塩吸収量 単位：mg/m <sup>2</sup> /d	9月	10月	11月	平均	浄化能 (平均の15%)
窒素	168.5	89.5	68.3	108.8	<b>16.3</b>
りん	9.2	5.7	12.7	9.2	<b>1.3</b>

注) 各月の栄養塩吸収量は、表3の出典（水野(2009)）より引用した。

#### (3) 水質浄化能の設定値

以上の過程で設定した、干潟・藻場の水質浄化能を以下に示す（表6）。

表6 干潟・藻場の水質浄化能設定値

	窒素	りん
干潟	90.1 mgN/m <sup>2</sup> /d	15.4 mgP/m <sup>2</sup> /d
藻場	16.3 mgN/m <sup>2</sup> /d	1.3 mgP/m <sup>2</sup> /d

<sup>2)</sup> 伊藤靖・中野喜央(2007)：漁場の費用対効果分析基礎調査 費用対効果分析手法(藻場の炭素固定効果の検討)、漁港漁場漁村研究所報告

## 2-2 干潟・浅場、藻場の面積

水域別の干潟・浅場、藻場面積を以下に示す（表7）。

ここでは既存の知見を踏まえ、干潟のみならず浅場においてもアサリ等の懸濁物食者による水質浄化機能が期待できるものとし、干潟を含む浅場（水深3m以浅）の面積を算出した。

表7 干潟・浅場、藻場の面積

	東京湾	伊勢湾	瀬戸内海
干潟・浅場面積 (ha) (うち干潟面積)	5,022 (1,734)	11,907 (2,901)	36,126 (11,943)
藻場面積 (ha)	1,428	2,278	26,424

出典) 干潟・浅場面積は、水深3m以浅の面積とする。

第4回自然環境保全基礎調査 海域生物環境調査報告書（1989～1990、環境庁）

第5回自然環境保全基礎調査 海辺調査報告書（1996～1997、環境庁）

## 2-3 水質浄化能の試算結果

表6で設定した水質浄化能に表7の面積を乗じ、干潟・浅場、藻場それぞれの水質浄化能を試算した（表8、表9）。また、表8及び表9には、試算結果について、各海域の全流入負荷量（H21年度流入負荷量）に対する比率も併記した。

全流入負荷量に対する干潟・浅場、藻場の浄化量は、干潟・浅場では窒素：2～9%、りん：6%～20%、藻場では窒素：0.1～1%、りん：0.1～1%という結果となった。

表8 干潟・浅場の水質浄化能の試算結果

	東京湾	伊勢湾	瀬戸内海
窒素 (kg/日)	4,525 H21 流入負荷量 186 t/日の <u>2%</u>	10,728 H21 流入負荷量 119 t/日の <u>9%</u>	32,550 H21 流入負荷量 428 t/日の <u>8%</u>
りん (kg/日)	773 H21 流入負荷量 12.9 t/日の <u>6%</u>	1,834 H21 流入負荷量 9.2 t/日の <u>20%</u>	5,563 H21 流入負荷量 27.8 t/日の <u>20%</u>

表9 藻場の水質浄化能の試算結果

	東京湾	伊勢湾	瀬戸内海
窒素 (kg/日)	233 H21 流入負荷量 186 t/日の <u>0.1%</u>	371 H21 流入負荷量 119 t/日の <u>0.3%</u>	4,307 H21 流入負荷量 428 t/日の <u>1%</u>
りん (kg/日)	18.6 H21 流入負荷量 12.9 t/日の <u>0.1%</u>	29.6 H21 流入負荷量 9.2 t/日の <u>0.3%</u>	343.5 H21 流入負荷量 27.8 t/日の <u>1%</u>

図3には、盤洲干潟を対象として、流入負荷量と干潟の浄化能の関係を整理したものを示す。

表6で設定した干潟の浄化能に盤洲干潟の面積(1,400ha)を乗じると、その浄化能は窒素：1,261kg/日、りん：216kg/日という結果となる。盤洲干潟に流入する主要河川である小櫃川の流入負荷量(H21年度)は窒素：1,290kg/日、りん：78kg/日であり、その差し引きをすると、小櫃川から流入する窒素負荷量の約98%、りん負荷量の全量が盤洲干潟で浄化されるという結果となる。

干潟の規模や流入河川の状況等によっても異なるが、河口域等に干潟が分布する場合は、その背後地から流入する汚濁負荷の浄化に大きな役割を果たしているということが示唆される。

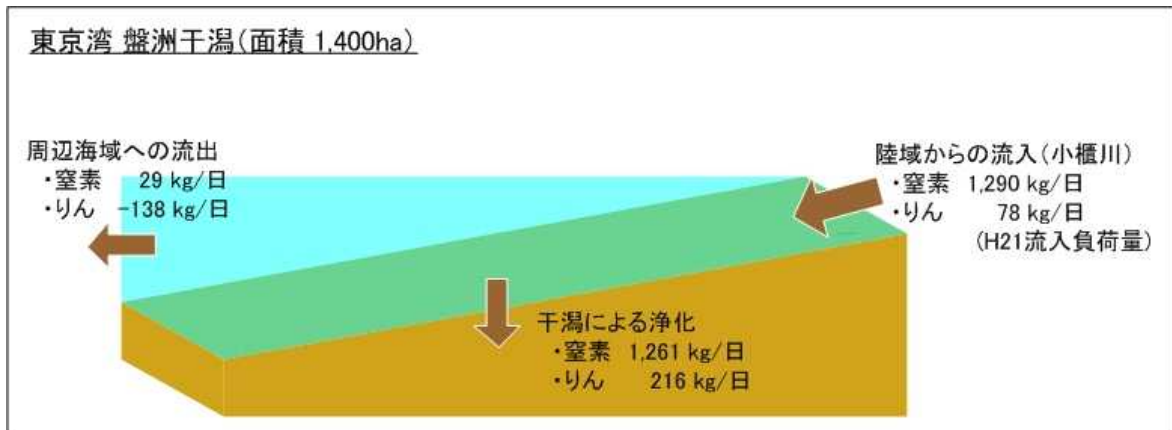


図3 盤洲干潟における物質収支

< 資料編 >

表 10 (1) 干潟の水質浄化能 (浄化作用毎)

浄化作用		測定項目	窒素	りん	測定場所	資料
海水中の 栄養塩・ 有機物の 吸収・取 り込み	底生藻類	底生藻類の窒素吸 収速度	162(mgN/m <sup>2</sup> /d)		三河湾一色干潟	1)
			160(mgN/m <sup>2</sup> /d)		和歌川河口干潟	2)
	底生動物 (懸濁物 食性)	アサリのろ過速度  アサリの窒素取り 込み量  二枚貝によるろ過 速度	227.4(mgN/m <sup>2</sup> /d)		三河湾一色干潟	3)
			19~300(mgN/m <sup>2</sup> /d)		東京湾盤洲干潟	4)
			2.3~130.3 ( $\mu$ molN/m <sup>2</sup> /h)	0.0~1.2 ( $\mu$ molP/m <sup>2</sup> /h)	干潟メソコスム	5)
6.1~1480.9 ( $\mu$ molN/m <sup>2</sup> /h)	0.6~157.0 ( $\mu$ molP/m <sup>2</sup> /h)	東京湾盤洲干潟				
有機物の 固定	底生動物	メイオベントスによ る生産・固定速度	2(mgN/m <sup>2</sup> /d)		和歌川河口干潟	2)
		マクロベントスによ る生産・固定速度	16(mgN/m <sup>2</sup> /d)		和歌川河口干潟	2)
脱窒作用	微生物	脱窒速度	50~100(mgN/m <sup>2</sup> /d)		三河湾一色干潟	6) 7)
			100~220(mgN/m <sup>2</sup> /d)		多摩川河口	6) 7)
			37.4 $\pm$ 19.3 ( $\mu$ molN/m <sup>2</sup> /h)		干潟メソコスム	5)
			42.9 $\pm$ 12.8 ( $\mu$ molN/m <sup>2</sup> /h)		東京湾盤洲干潟	
			43(mgN/m <sup>2</sup> /d)		和歌川河口干潟	2)
干潟外へ の物質の 移動	貝類の採 取	二枚貝の漁獲	29(mgN/m <sup>2</sup> /d)		東京湾盤洲干潟	8)
		アサリの漁獲	6.7, 11.143 (mgN/m <sup>2</sup> /d)		三河湾一色干潟	9)
~	干潟の浄化原単位 (既往の瀬戸内海の事例整理結 果)		0.044~340 (mgN/m <sup>2</sup> /d)	7.5~48 (mgP/m <sup>2</sup> /d)	瀬戸内海	10)

表 10 (2) 干潟の水質浄化能 (干潟全体)

浄化作用	窒素	りん	測定場所	資料
屋内実験施設における実験結果を用いた計 算値	217.7 ( $\mu$ molN/m <sup>2</sup> /h)	12.4 ( $\mu$ molP/m <sup>2</sup> /h)	干潟メソコスム	5)
現地調査結果を用いた計算値	493.5 ( $\mu$ molN/m <sup>2</sup> /h)	41.4 ( $\mu$ molP/m <sup>2</sup> /h)	東京湾盤洲干潟	5)
数値モデルによる計算値	135.9(mgN/m <sup>2</sup> /d)		三河湾御津地区 造成干潟(6月)	11)
	1984年7月:7.4 1994年6月:0.9 (mgN/m <sup>2</sup> /h)		三河湾一色干潟 (生態系モデル)	9)
	1984年7月:38.0 1994年6月:16.5 (mgN/m <sup>2</sup> /d)		三河湾一色干潟 (生態系モデル)	12)
	0~250(mgN/m <sup>2</sup> /d)		三河湾浅海域	13)
	8.4(mgN/m <sup>2</sup> /d)		有明海の泥質干 潟	14)

表 11 アマモ・アマモ場の水質浄化能

浄化作用・測定項目	窒素	りん	資料、条件
アマモによる 栄養塩吸収(固定)に伴う浄化能	1475+245 (µgN/g 乾重/d) 159.6+26.6 (µgN/g 湿重/d)	284.6 (µgP/g 乾重/d) 30.7 (µgP/g 湿重/d)	15 (葉)、室内
	162 (µgN/g 乾重/d) 5.6 (µgN/g 湿重/d)	45.9 (µgP/g 乾重/d) 1.86 (µgP/g 湿重/d)	15 (根)、室内
	min: 350+335 max: 3546+1585 (µgN/g 乾重/d)	min: 88.04 max: 250.5 (µgP/g 乾重/d)	15 屋外
	6720.0 (µgN/g 乾重/d)		16 (根)、室内
	400.5+263.9 (µgN/g 湿重/d)	48.1 (µgP/g 湿重/d)	17 (葉)、室内
	347.9+479.8 (µgN/g 湿重/d)	93.6 (µgP/g 湿重/d)	17 (根)、室内
	323.4+359.8 (µgN/g 乾重/d)		18 屋外
	2419.2+1478.4 (µgN/g 乾重/d)		19 屋外
アマモ場全体としての浄化能	T-N: 68.3 ~ 168.5 NH4: 31.8 ~ 123.8 NO3: 26.8 ~ 44.7 (mgN/m <sup>2</sup> /日)	5.7 ~ 12.7 (mgP/m <sup>2</sup> /日)	15 三重県の藻場 (アマモ)
	0.5 ~ 58 (mgN/m <sup>2</sup> /日)		20 生態系モデル による計算値 (藻場・干潟域)



- 資料) 1. 佐々木克之 (1989): 干潟域の物質循環, 沿岸海洋研究ノート, Vol.26, No.2, pp.172-190 .
2. 矢持進・藤原俊介・和田安彦・平井研・濱田のどか・金子健司・杉野伸義・重松孝昌・小池敏也 (2004): 都市に近接する自然干潟(和歌川河口干潟)の生物生産と窒素収支, 海岸工学論文集, 第51巻, 1021-1025.
3. 青山裕晃・鈴木輝明 (1997): 干潟上におけるマクロベントス群集における有機懸濁物除去速度の現場測定, 水産海洋研究, 61, pp.265-274.
4. 磯野良介 (1998): 東京湾盤洲干潟のアサリによる窒素摂取量の推定とその季節変動に関わる要因, 水環境学会誌, Vol.21, No.11, pp.751-756.
5. 桑江朝比呂・細川恭史・木部英治・中村由行 (2000): メソコスム実験による人工干潟の水質浄化機能の評価, 海岸工学論文集, 第47巻, 土木学会, pp.1096-1100.
6. TAKASHI NISHIO, ISAO KOIKE, AND AKIHIKO HATTORI (1982): Denitrification, Nitrate Reduction, and Oxygen Consumption in Coastal and Estuarine Sediments, APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, Mar. 1982, p. 648-653
7. TAKASHI NISHIO, ISAO KOIKE, AND AKIHIKO HATTORI (1983): Estimates of Denitrification and Nitrification in Coastal and Estuarine Sediments, APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY, Feb. 1983, p. 444-450
8. 中田喜三郎・畑恭子 (1994): 沿岸干潟における浄化機能の評価, 水環境学会誌, 17(3), pp.158-166.
9. 鈴木輝明・青山裕晃・畑恭子 (1997) 干潟生態系モデルによる窒素循環の定量化 三河湾一色干潟における事例 . 海洋理工学会誌. 3(1), 63-80.
10. 日比野忠史・松本英雄・西牧均・村上和男 (2003): 干潟浄化能力の定量的手法の提案 . 海岸工学論文集, 第50巻, 1071-1075.
11. 西村大司・岡島正彦・加藤英紀・風間崇宏 (2002): 浚渫土砂を用いた干潟造成による環境改善効果について, 海洋開発論文集, Vol.18.
12. 鈴木輝明 (2006): 干潟域の物質循環と水質浄化機能 . 地球環境, Vol.11, No.2, 161-171.
13. 鈴木輝明・青山裕晃・甲斐正信・畑恭子 (1998): 貧酸素化の進行による底生生物群集構造の変化が底泥-海水間の窒素収支に与える影響 底生生態系モデルによる解析 . 海洋理工学会誌, 4(1), pp.65-80.
14. 安岡澄人・畑恭子・芳川忍・中野拓治・白谷栄作・中田喜三郎 (2005): 有明海の泥質干潟・浅海域での窒素循環の定量化 泥質干潟域の浮遊系 底生系結合生態系モデルの開発 . 海洋理工学会誌, 11(1), pp. 21-33.
15. 水野豪 (2009): 「海草アマモの栄養塩吸収」, 平成20年度三重大学大学院生物資源学研究科修士論文.
16. Thursby, G.B. and Harlin, M.M. (1982) 「Leaf-root interaction in the uptake of ammonium by *Zostera marina*」, Mar. Biol., 72, 109-112.
17. 井上公人・西村修・須藤隆一・田中仁 (2002): 「海草アマモの葉条部及び根茎部の栄養塩吸収・溶出機能」, 日本沿岸域学会論文集, 14, 115-123.
18. Iizumi, H. and Hattori, A. (1982): 「Growth and organic production of eelgrass (*Zostera marina* L.) in temperate waters of the Pacific coast of Japan. III. The kinetics of nitrogen uptake.」, Aqua. Bort., 12, 245-256.
19. Short, F.T. and McRoy, C.P. (1984): 「Nitrogen uptake by leaves and roots of the seagrass *Zostera marina* L.」, Bot. Mar., 27, 547-555.
20. Hata, K and K. Nakata (1998): 「Evaluation of eelgrass bed nitrogen cycle using an ecosystem model.」, Environmental Modeling & Software 13, 491-502.

(注: 上記文献番号における太字ゴシック体: 査読付き論文)