まえがき

海岸工学という研究分野が定着し始めたのは 1950 年代で，それ以降，波動理論をはじめ，波浪・津波・高潮に対する沿岸防災，海岸侵食，漂砂，海岸構造物の耐波設計，海洋エネルギーの開発・利用，沿岸生態系の創造・保全，沿岸域総合管理など多岐にわたった学問として進化している。一方で，「海岸」は陸が海に接する部分を示し，海辺，渚（なぎさ）ともいわれている。現在の海岸工学は，海岸のみならず，内湾や内海などの海域とそれに接続する陸域を含む沿岸域を対象に研究分野が発展しているため，空間的な視点から見れば，沿岸域工学といってもよいだろう。そこで，今回，出版する本のシリーズでは，「海岸工学」ではなく，「沿岸域工学」の名で出版することとした。聞き慣れない教科書名ではあるが，海域と陸域を含む沿岸域を対象とした工学という位置づけで，今後，広く認知されることを望みたい。

沿岸域工学が対象とする分野は非常に広がっており，1 冊の教科書ですべてを網羅（もうら）することは難しい。したがって，本書では，沿岸域工学を学ぶにあたって，是非，理解してもらいたい基本事項を凝縮して取りまとめることとした。沿岸域工学を学ぶ学生には，沿岸域を取り巻く防災と環境に関する諸問題に興味を持ってもらいたい。本書には，数式が多く記載されているが，数式を嫌（いや）がらず，もっと親しみをもって数式に接してほしいと願う。数式を丸暗記するのではなく，世界共通語である数式を深く理解することで，理系分野を学ぶ楽しさを実感してもらえれば幸いである。

本書は，1 章でまず沿岸域工学について定義し，解説する。ついで，沿岸域に関連する法規，沿岸域の防災・環境の現状について述べる。2 章では，規則

波を対象に海の波動理論を説明するとともに，おもに線形理論に基づく微小振幅波の基本特性について述べる。3 章では，浅水変形，波の反射・屈折・回折，砕波，波と流れの干渉に関連した波の変形について解説する。4 章では，不規則性を有する風波の基本特性，風波の発生・発達過程，深海域における波浪推算について説明する。5 章では，長波理論，潮汐（ちょうせき）と港・湾の海面振動について解説するとともに，高潮・津波の発生機構について説明する。6 章では，潮流，海浜流，密度流などの沿岸海域における流れについて解説する。7 章では，波力・波圧の定義，沿岸構造物に作用する波力・波圧特性を述べるとともに，波の打ち上げと越波について解説する。8 章では，沿岸域における底質移動である漂砂とそれに伴う海浜変形について説明する。9 章では，沿岸域の物質循環と生態系，海岸地形と生態系の関連性，沿岸域の水環境問題について述べる。10 章では，沿岸域における保全・利用・環境創造の現状と課題について説明する。本書は 10 章構成であるが，各章は比較的独立しており，興味のあるところから読んでもらいたい。

最後に，本書を執筆する機会を与えていただいた神戸大学教授の道奥康治先生に深く感謝の意を表するとともに，遅筆のため多大なる迷惑をかけたことを深くお詫び申し上げる。本書の出版において，コロナ社の方々には多大なるご苦労をかけた。ここに深謝の意を表する。図面の作成等に協力してくれた高須吉敬君，鈴木一輝君，内藤 光君，高杉有輝君，松浦 翔君，坂谷太基君，西浦洋平君に感謝の意を表する。

2013 年 3 月

川崎 浩司

目　次

1 章　沿岸域工学概論

1.1　沿岸域工学とは　*2*

1.2　海岸の地形と現状　*3*

1.3　沿岸域に関連する法規　*5*

1.4　沿岸域の防災　*8*

1.5　沿岸域の環境　*10*

演　習　問　題　*11*

2 章　海の波の基本特性

2.1　波の基本諸量　*13*

2.2　波　の　分　類　*14*

2.2.1　時間スケールによる波の分類　*14*

2.2.2　空間スケールによる波の分類　*15*

2.3　波の基礎方程式　*16*

2.3.1　連　続　式　*16*

2.3.2　ベルヌーイの式　*16*

2.3.3　自由表面での境界条件　*18*

2.3.4　底面での境界条件　*19*

2.4　微小振幅波　*19*

2.4.1　基礎方程式　*20*

2.4.2　微小振幅進行波の速度ポテンシャルと分散関係式　*21*

2.4.3 波速と波長 23
2.4.4 水粒子の速度と軌跡 24
2.4.5 圧力 25
2.4.6 深海波・浅海波・極浅海波の違い 26
2.5 波エネルギーとその輸送 30
2.5.1 波エネルギー 30
2.5.2 群波と群速度 31
2.5.3 波エネルギーの輸送 33
2.6 有限振幅波 34
演習問題 37

3章 波の変形

3.1 波の変形の分類 39
3.2 浅水変形 39
3.2.1 波高変化と浅水係数 40
3.2.2 波長・波速の変化 41
3.3 波の反射 42
3.3.1 完全重複波 42
3.3.2 部分重複波と反射率 43
3.4 波の屈折 46
3.4.1 波高変化と屈折係数 46
3.4.2 屈折係数の算定 48
3.5 波の回折 50
3.6 砕波 53
3.6.1 砕波形式 53
3.6.2 砕波限界 55
3.6.3 波高と平均水位の変化 55
3.7 流れによる波の変形 56
演習問題 57

4 章　風波の特性と波浪推算

4.1　不規則波と代表波　59
4.2　波高・周期の分布　61
4.2.1　波高の分布　61
4.2.2　周期の分布　62
4.3　エネルギースペクトル　63
4.3.1　周波数スペクトル　64
4.3.2　波数スペクトルと方向スペクトル　67
4.4　風波の発生・発達　68
4.5　風波の推算　70
4.5.1　吹送時間と吹送距離　70
4.5.2　深海域における風波の推算　71
演習問題　73

5 章　長周期波と津波・高潮

5.1　長周期波の理論　75
5.1.1　基礎方程式　75
5.1.2　微小振幅波　76
5.1.3　有限振幅波　77
5.2　潮汐　79
5.2.1　起潮力　79
5.2.2　潮位の調和分解　82
5.2.3　潮位の基準面　83
5.3　港・湾の海面振動　85
5.4　津波　86
5.4.1　津波の発生機構　86
5.4.2　津波の伝播　87
5.4.3　津波の高さ　88

5.4.4 津波の解析 89
5.5 高潮 91
5.5.1 高潮の特性 91
5.5.2 台風による気圧分布 93
5.5.3 台風による風速分布 94
5.5.4 高潮の解析 96
演習問題 98

6 章 沿岸海域の流れ

6.1 沿岸海域における流れの分類 100
6.2 海流 100
6.3 潮流 101
6.4 海浜流 103
6.4.1 平均水位 105
6.4.2 沿岸流 107
6.4.3 離岸流 109
6.4.4 波による質量輸送と戻り流れ 109
6.5 吹送流 109
6.6 密度流 110
6.6.1 河口密度流 111
6.6.2 成層海域の安定性 113
6.6.3 内部波と内部セイシュ 115
演習問題 116

7 章 波と沿岸構造物

7.1 物体に作用する波力 118
7.1.1 波力と波圧 118
7.1.2 慣性力と付加質量 118
7.1.3 抗力 120

7.2　円柱構造物に作用する波力　121
7.2.1　小口径円柱に作用する波力とモリソン式　122
7.2.2　大口径円柱に作用する波力　124
7.3　直立堤に作用する波圧　125
7.4　斜面上における被覆材の安定性　129
7.5　波の打ち上げと越波　132
演　習　問　題　135

8 章　漂砂と海浜変形

8.1　海　浜　形　状　138
8.1.1　海浜の平面形状　138
8.1.2　海浜の岸沖方向の断面形状　139
8.2　漂　砂　141
8.2.1　底質の移動限界　141
8.2.2　漂　砂　形　態　143
8.2.3　漂砂量の算定　144
8.3　海浜変形予測モデル　146
8.3.1　海岸線変化モデル　146
8.3.2　海浜変形モデル　148
演　習　問　題　149

9 章　沿岸域の水環境と生態系

9.1　沿岸域の物質循環と生態系　151
9.2　海岸地形と生態系　152
9.2.1　干　潟　152
9.2.2　藻　場　153
9.3　沿岸域の水環境　154
9.3.1　海　水　交　換　154
9.3.2　栄養塩と富栄養化　155

9.3.3 赤 潮 156
9.3.4 貧酸素水塊の形成 156
9.3.5 青 潮 157
9.4 沿岸域の物質輸送・生態系モデル 158
演 習 問 題 164

10 章 沿岸域の保全・利用・環境創造

10.1 沿岸域の保全・利用 166
10.1.1 沿岸構造物の構造形式 166
10.1.2 沿岸構造物の設置目的 166
10.1.3 港湾埋没・河口閉塞対策 171
10.1.4 アセットマネジメント 172
10.2 沿岸域の環境創造 173
10.3 環境影響評価 174
10.4 ミチゲーション 177
10.5 沿岸域に及ぼす地球温暖化の影響 178
演 習 問 題 180

引用・参考文献 181
演習問題解答 188
索 引 199

1章 沿岸域工学概論

◆本章のテーマ

本書で定義する沿岸域工学について解説するとともに，わが国における海岸の地形と現状，沿岸域に関連するおもな法規，沿岸域における防災と環境の現状と課題について説明する。

◆本章の構成（キーワード）

1.1　沿岸域工学とは

沿岸域工学，海岸工学，海岸，沿岸域，沿岸海域，沿岸陸域

1.2　海岸の地形と現状

海岸地形，海岸線

1.3　沿岸域に関連する法規

領海，公海，排他的経済水域，大陸棚，海岸法，災害対策基本法，環境基本法

1.4　沿岸域の防災

波浪，高潮，津波，線的防護方式，面的防護方式

1.5　沿岸域の環境

物質循環，富栄養化，赤潮，青潮，海岸侵食，地球温暖化

◆本章を学ぶと以下の内容をマスターできます

☞　沿岸域工学の概要

☞　沿岸域に関連する法規

☞　沿岸防災の現状

☞　沿岸環境の現状

1.1 沿岸域工学とは

気圏・水圏・地圏の三つの圏域が交じり合い，内陸とも海洋ともその性格を異(こと)にする**沿岸域**（coastal zone）は，経済的・文化的価値を生み出してきた人間の諸活動と自然の相互作用により創造された空間といえる。特に，周囲を海に囲まれ国土の大部分が山岳地帯であるわが国では，沿岸域に人口と資産が集中し，天然資源の大半を海外に依存していることから，産業・物流などさまざまな経済活動が沿岸域で展開されてきた。このことは，高度経済成長に伴い，わが国の多くの工業地帯が臨海部に立地してきたことからも理解できる。近年では，関西国際空港，中部国際空港，神戸空港をはじめとする 24 時間使用可能な沖合人工島空港の建設，ウォーターフロント開発，コースタルコミュニティゾーン（coastal community zone，CCZ）の整備など，沿岸域の利用・開発が積極的に行われている。この傾向は，地球環境を保全しながら永続的に社会・経済を促進させようとする持続可能な発展の理念に基づいて，ミチゲーションの技術革新とともに，今後ますます強くなっていくと考えられる。

しかし，人間活動の中心地である沿岸域は，波浪，津波，高潮，海岸侵食などの災害を受けやすいところでもあり，過去に沿岸施設の倒壊・流失など多大な物的損害および人命の損失を被ってきた。したがって，沿岸域は人々に安らぎ，潤い，生活の場を提供する一方，自然の猛威に対して微力であるがゆえ，従来より沿岸災害を防ぐための構造物が沿岸域に建設されてきた。これらの構造物は，沿岸域における人命や財産を守るといった防災面に重点が置かれており，沿岸域の景観や生態系との調和・共存など自然環境にあまり配慮されていなかった。そのため，河川を通じた陸域起源栄養塩の過剰流入によって**富栄養化**（eutrophication）が進み，植物プランクトンの異常発生による**赤潮**（red tide）や貧酸素底層水の湧昇(ゆうしょう)による**青潮**（blue tide）が発生するなど，沿岸域の環境問題は大きな社会問題となっている。

近年，社会・経済の成熟に伴い，国民の関心が陸域と海域を有機的にかつ総合的に一体として利用するシーフロント開発や海域のアメニティ空間の創出に

向けられつつあり，国民の生活空間において，快適かつ質の高い沿岸環境を創造していくことが重要になってきた。そのため，今日の沿岸構造物は，単に波浪制御あるいは漂砂制御のみを目的とした防災機能だけでなく，多種多様な沿岸生態系環境との調和に配慮して優れた景観を創り出すなど多目的・多機能を有する構造物であることが強く要求されるようになった。

1950 年代に定着し始めた**海岸工学**（coastal engineering）という学問は，上述の社会の要求に対応しながら，波動理論をはじめ，波浪，津波，高潮による沿岸災害への対策，海岸侵食，漂砂，沿岸構造物の耐波設計，海洋エネルギーの開発・利用，沿岸生態系の創造・保全，沿岸域総合管理・利用など多岐にわたった学問分野として展開している。一方で，**海岸**（coast）は，海辺，渚ともいわれ，陸が海に接する部分として定義されている。今日の海岸工学は，海岸のみに限定されず，海岸から内湾，内海および大陸棚までの海域（**沿岸海域**（coastal sea zone））とそれに接続する陸域（**沿岸陸域**（coastal land zone））を含む**沿岸域**（coastal zone）を対象に分野が体系化されており，空間的な観点に立てば，陸域と海域の影響を強く受ける沿岸域を対象とした工学，つまり「**沿岸域工学**（coastal zone engineering）」といえる。そして，沿岸域工学は，防災面と環境面の複眼的な視点から，沿岸域の今後のあるべき姿を議論する学問分野と定義できよう。

1.2　海岸の地形と現状

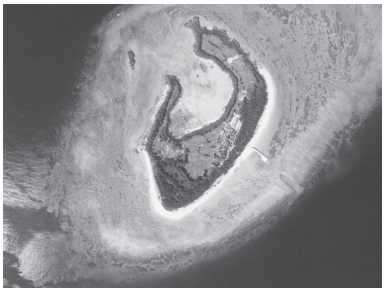
陸域と海域の境界に位置する海岸の地形は，**図 1.1** に例示するように，土砂が長期間堆積（たいせき）することによって形成される堆積物海岸，波の作用により削り取られる岩石海岸，サンゴやマングローブが生息している生物形成海岸におおよそ分類される。

陸域と海面が接する**海岸線**（coastline）は，海岸法によると，春分の日の満潮面と陸域の交線として定義される。非常に変化に富むわが国の海岸線の総延長は 35 296 km であり，そのうち自然海岸は約 23 000 km，人工海岸は約 12 000 km

(a)　砂浜(愛知県遠州灘渥美海岸)

(b)　砂浜(石川県内灘海岸)

(c)　岩石海岸(宮崎県青島，鬼の洗濯(せんたく)岩)



(d)　サンゴ礁(沖縄県水納島(みんなじま))

図 1.1　海岸の地形[1)†]

である[2)]。**図 1.2** に示すように，海岸線総延長約 35 000 km のうち，海岸保全区域に指定する必要がある海岸（要保全海岸）の延長は約 15 100 km，海岸管理者が管理する一般公共海岸区域の延長は約 8 400 km，道路・鉄道・民有地等のその他の延長は約 12 600 km である[2)]。要保全海岸のうち，海岸保全区域に指定された海岸延長は約 14 200 km で約 94 %である[2)]。海岸保全区域のうち，沿岸保全施設により防護されている海岸（有施設延長）は約 9 600 km であり，要保全海岸延長と海岸保全区域延長に対して，それぞれ約 64 %，約 68 %である[2)]。要保全海岸の所管省庁別の状況は，図 1.2 に示すように，国土交通省（港湾局，水管理・国土保全局）が約 9 700 km，農林水産省（農村振興局，水産庁）が約 5 100 km，水管理・国土保全局と農村振興局の共同管理が約 200 km となっている[2)]。

† 肩付き数字は，巻末の引用・参考文献番号を表す。

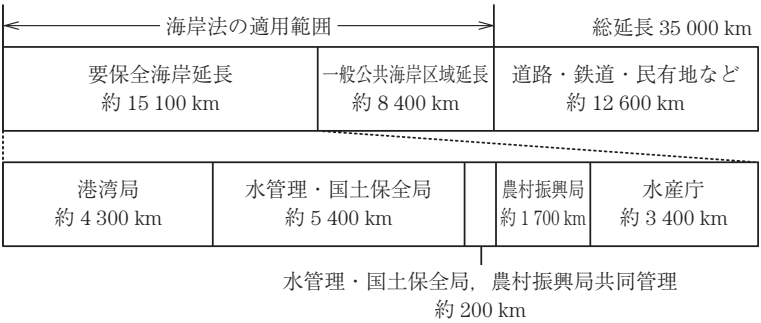


図 1.2　わが国の海岸線の現状[2)]

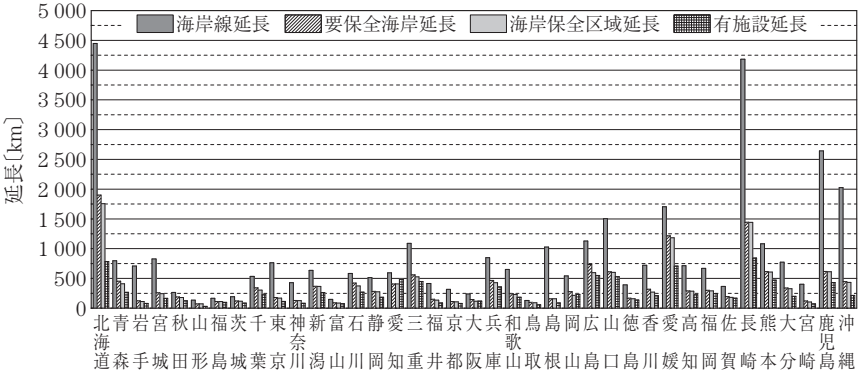
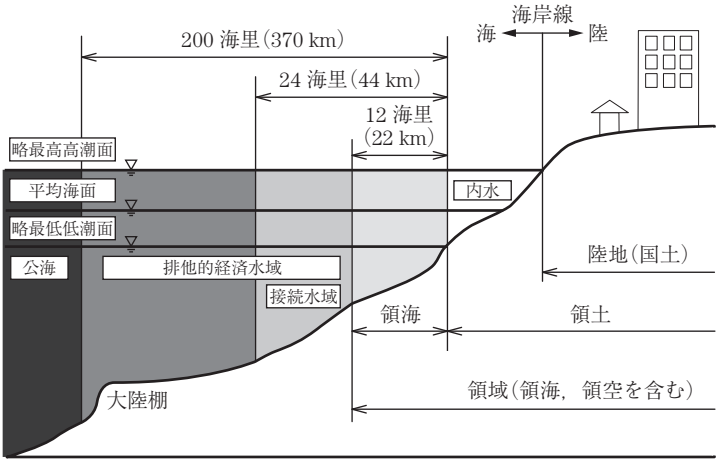


図 1.3　都道府県別の海岸線の現状[2)]

海に隣接しない 8 県を除いた 39 都道府県の海岸線の現状[2)] を**図 1.3** に示す。海岸線延長は北海道，長崎県，鹿児島県の順に長い。有施設延長においては長崎県，北海道，愛媛県の順となっている。

1.3　沿岸域に関連する法規

多くの国が海を通じて接しているため，国の権益がどの範囲の海域まで及ぶかは国際法規的に重要である。**図 1.4** に示すように，国の主権が明確に主張できる海域を**領海**（territorial waters，closed sea），各国共通の海域を**公海**（open sea）という。領海や経済的主権が及ぶ水域である**排他的経済水域**（exclusive



平均海面　　：潮汐がないと仮定した海面
略最高高潮面：平均海面から主要四分潮の半潮差の和だけ上げた海面
略最低低潮面：平均海面から主要四分潮の半潮差の和だけ下げた海面
(5.2.3 項参照)

図 1.4　海域の分類

economic zone）などの定義については，各国の利害が錯綜（さくそう）して現在もなお問題となっている。わが国では，1977 年に制定された領海法によって，略最低低潮面が陸地と交わる基線から外洋側に 12 海里（1 海里=1.852 km）までを領海と定義している。排他的経済水域に関しては，暫定措置法により 200 海里まで設定している。わが国以外では，200 海里を領海と定義している国もある。200 海里を漁業経済水域と定めている国は世界沿岸国の 8 割もあり，わが国においても 1977 年制定の暫定措置法により漁業水域を 200 海里までとしている。

上述の法律は沖合の領海を対象としたものであり，水深 0 ～ 約 200 m における**大陸棚**（continental shelf）の海洋開発が実施される際に重要である。このように，沿岸域に関連する法規を理解することは，防災・開発事業を行う上で必要不可欠である。以下に，海岸法，災害対策基本法，環境基本法などの沿岸域に関連するおもな法規を概説する。

- **海岸法**（coast act）

  1956（昭和 31）年に制定された海岸法は，津波，高潮，波浪その他海水

索　　引

【あ】

アーセル数
Ursell number 15

青　潮
blue tide 2, 155, 157

赤　潮
red tide 2, 155, 156

浅　場
shallow bottom 152

アセットマネジメント
asset management 173

圧力応答係数
pressure responce factor 26

安定係数
stability factor 131

安定数
stability number 132

安定成層
stable stratification 114

【い】

イスバッシュ式
Isbash formula 132

位置エネルギー
potential energy 30

一日一回潮
diurnal tide 81

一日二回潮
semi-diurnal tide 81

移動限界
limit of sediment movement 141

イリバレン式
Irribarren formula 131

【う】

wave set-up 56, 107

wave set-down 56, 106

打ち上げ高さ
runup height 132

うねり
swell 15

運動エネルギー
kinetic energy 31

運動学的境界条件
kinetic boundary condition 18

【え】

栄養塩
nutrient 151, 155

エクマン輸送
Ekman transport 110

エクマンらせん
Ekman spiral 110

SMB 法
SMB method 71

エスチュアリー循環
estuary circulation 111

越　波
wave overtopping 133

越波流量
wave overtopping rate 134

越波量
wave overtopping quantity 134

エネルギースペクトル
energy spectrum 65

エネルギーの等分配則
principle of equipartition of energy 31

沿岸域
coastal zone 2, 3

沿岸域工学
coastal zone engineering 3

沿岸海域
coastal sea area 3

沿岸砂州
longshore bar 140

沿岸漂砂
longshore sediment transport 144

沿岸陸域
coastal land area 3

沿岸流
longshore current 104, 107

塩水くさび
salt water wedge 111

【お】

オイラーの運動方程式
Euler's equation of motion 16

大　潮
spring tide 81

【か】

海　岸
coast 3

海岸工学
coastal engineering 3

海岸護岸
coastal revetment 167

海岸線
coastline 3

海岸堤防
coastal dike 167

海岸法
coast act 6

海水交換率
tidal exchange rate 154

回折係数
diffraction coefficient 52

回折波
diffracted wave 122
回 避
avoid 177
海浜変形
beach deformation 146
海浜流
nearshore current 100, 103
海浜流系
nearshore current system 103
外部負荷
external load 151
海 流
ocean current 100
化学的酸素要求量
chemical oxygen demand 155
角周波数
angular frequency 14
河口砂州
river-mouth bar 138
河口密度流
density current in estuary 111
カスプ
cusp 139
仮想勾配法
virtual slope method 132
仮想質量
added mass 119
環境アセスメント
environmental assessment 175
環境影響評価
environmental impact assessment 175
環境影響評価法
Environmental Impact Assessment Act 175
環境基本法
environmental basic act 8
緩傾斜護岸
gentle slope-type seawall 170
換算沖波波高
equivalent deep-water wave height 47
慣性係数
inertia coefficient 120
慣性力
inertia force 119
完全重複波
standing wave 42
干 潮
low water 79
感潮域
tidal area 79
緩和策
mitigation 179

【き】

気圧傾度力
pressure gradient force 94
岸沖漂砂
cross-shore sediment transport 144
気象潮
meteorological tide 91
規則波
regular wave 22
期待越波流量
expected overtopping rate 134
起潮力
tide generating force 79
基本水準面
chart datum level 83
共 振
resonance 85
矯 正
rectify 177
漁業法
fisheries act 8
極浅海波
very shallow water wave 15, 28
許容越波流量
allowable wave overtopping rate 134

【く】

クーリガン・カーペンター数
Keulegan-Carpenter number 121
崩れ波
spilling breaker 53
砕け寄せ波
surging breaker 54
屈折係数
refraction coefficient 47
クノイド波
Cnoidal wave 34
グリーンの法則
Green's law 88
群速度
group velocity 32, 34
群 波
group wave 32

【け】

軽 減
reduce 178
傾斜護岸
sloping revetment 167
傾度風
gradient wind 95
憩 流
slack water 102

【こ】

公 海
open sea 5
好気性分解
aerobic decomposition 156
光合成
photosynthesis 151

拘束波
bound wave 23
合田式
Goda formula 127
公有水面埋立法
public water body reclamation act 7
恒　流
permanent current 102
抗　力
drag force 120
抗力係数
drag coefficient 121
港湾法
ports and harbors act 8
小　潮
neap tide 82
コリオリ力
Coriolis force 94
孤立波
solitary wave 34
混成堤
composite breakwater 127

【さ】

災害対策基本法
disaster countermeasure basic act 7
最小化
minimize 177
最小吹送距離
minimum fetch 71
最小吹送時間
minimum duration 70
最大波
highest wave 60
砕　波
wave breaking 39, 53
砕波帯
surf zone 55
砕波帯相似パラメータ
surf similarity parameter 55
さざ波
ripple 15
砂　嘴
sand spit 139
砂　州
sand bar 138
砂　漣
sand ripple 143
残差流
residual current 102
サンドバイパス
sand bypass 170
サンフルー式
Sainflou formula 126
1/3 最大波
highest one-third wave 61

【し】

シートフロー
sheet flow 144
シールズ数
Shields number 142
質量輸送
mass transport 35, 104, 109
質量輸送速度
mass transport velocity 35, 109
周　期
wave period 14
自由波
free wave 22
周波数
frequency 14
周波数スペクトル
frequency spectrum 63
1/10 最大波
highest one-tenth wave 60
重力波
gravity wave 15, 23
主要四分潮
major four tidal components 82
植物プランクトン
phytoplankton 151
食物連鎖
food chain 151
シルテーション
siltation 171
深海波
deep water wave 15, 27
人工海浜
artificial beach 170
人工リーフ
artificial reef 168
浸水深
inundation depth 89
親水性護岸
amenity-oriented seawall 170
浸水高
inundation height 89
振　幅
wave amplitude 14

【す】

吸い上げ効果
forerunner 92
水深波長比
relative water depth 15
吹送距離
fetch 70
吹送時間
duration 70
吹送流
wind-driven current 100, 109
スクリーニング
screening 176
スコーピング
scoping 176
捨石堤
rubble mound breakwater 129

ストークスドリフト
Stokes drift 35
ストークス波
Stokes wave 34
スネルの法則
Snell's law 49

【せ】

セイシュ
seiche 85
成層化
stratification 113
生物化学的酸素要求量
biochemical oxygen demand 155
潟　湖
lagoon 139
舌状砂州
cuspate spit 139
摂動法
perturbation method 35
ゼロアップクロス法
zero-up-cross method 59
ゼロダウンクロス法
zero-down-cross method 59
浅海波
shallow water wave 15
前駆波
forerunner 91
浅水係数
shoaling coefficient 41
浅水変形
wave shoaling 39
潜　堤
submerged breakwater 129, 167, 169
線的防護方式
simple shore protection system 9

【そ】

相対水深
relative water depth 15
掃流漂砂
bed load transport 143
速度ポテンシャル
velocity potential 16
遡上高
runup height 89

【た】

大規模地震対策特別措置法
act on special measures concerning countermeasures against large-scale earthquake 7
代　償
compensate 178
タイダルプリズム
tidal prism 112, 154
代表波
representative wave 59
大陸棚
continental shelf 6
高　潮
storm surge 91
脱　窒
denitrification 164
ダランベールのパラドックス
d'Alembert's paradox 120

【ち】

地球温暖化
global warming 178
地衡風
geostrophic wind 95
潮位偏差
sea level departure from normal 92
潮　差
tidal range 79
長周期波
long-period wave 15, 75
潮　汐
tide 79
潮汐残差流
tidal residual current 103
長　波
long wave 15, 28
長波理論
long wave theory 75
潮　流
tidal current 100, 101
潮流楕円
current ellipse 102
調和分解
harmonic analysis 82
直方向力
in-line force 118
直立護岸
upright seawall 166

【つ】

津　波
tsunami 86

【て】

定形波
permanent wave 29
定常波
stationary wave 42
堤　防
embankment 168
適応策
adaptation 179
デトリタス
detritus 152
天文潮
astronomical tide 82
転　流
turn of tide 102

【と】

東京湾平均海面
Tokyo Peil 83
動物プランクトン
zooplankton 151

突　堤
groin 169
トンボロ
tombolo 139, 169

【な】

内部セイシュ
internal seiche 115
内部波
internal wave 115
内部負荷
internal load 151
波
——の打ち上げ
wave runup 132
——のエネルギースペクトル密度
wave energy spectrum density 65
——の回折
wave diffraction 39, 50
——の屈折
wave refraction 39, 46
——の反射
wave reflection 39
波エネルギー
wave energy 31

【に】

日潮不等
diurnal inequality 81

【ね】

ネクトン
nekton 152

【は】

波　圧
wave pressure 118
ハーバーパラドックス
habor paradox 86
排他的経済水域
exclusive economic zone 5
波形勾配
wave steepness 15
波　高
wave height 13
波　数
wave number 14
波数スペクトル
wave number spectrum 63, 67
波　速
wave celerity 23
波　束
wave packet 32
波　谷
wave trough 13
波　長
wavelength 14
曝　気
aeration 174
発散波
radiation wave 166
ハドソン式
Hudson formula 131
波　峰
wave crest 13
腹
antinode 42
波　力
wave force 118
パワーモデル
power model 144
反射率
reflection coefficient 45
搬送波
carrier wave 32

【ひ】

ヒーリーの方法
Healy's method 45
干　潟
tidal flat 152
微小振幅波
small amplitude wave 15, 20
比水深
relative water depth 15
非調和定数
non-harmonic constants 83
非定形波
non-permanent wave 28
非分散波
non-dispersive wave 29
漂　砂
sediment transport 141
表面張力波
capillary wave 23
廣井式
Hiroi formula 129
貧酸素水塊
hypoxia 156

【ふ】

不安定成層
unstable stratification 115
風　波
wind wave 15, 69
富栄養化
eutrophication 2, 155
付加質量
added mass 119
不規則波
irregular wave 23, 59
吹き寄せ効果
wind-drift effect 92
覆　砂
sand capping 173
副振動
secondary undulation 85
節
node 42
物質微分
material derivative 18

部分重複波
partial standing wave 43
浮遊漂砂
suspended load transport 143
プランクトン
plankton 152
ブラント・バイサラ振動数
Brunt-Vaisälä frequency 113
不連続成層
discontinuous stratification 113
フロキュレーション
flocculation 112, 171
分散関係式
dispersion relationship 22
分散波
dispersive wave 28
分　潮
tidal constituent 82

【へ】

平均海面
mean sea level 83
平均波
mean wave 61
平衡断面
equilibrium beach profile 139
平衡潮汐
equilibrium tide 81
ヘッドランド
headland 169
ベルヌーイの式
Bernoulli's equation 18
ヘルムホルツ方程式
Helmholtz equation 51
偏西風
westerlies 101
ベントス
benthos 152

【ほ】

ホイヘンスの原理
Huygens' principle 51
貿易風
trade wind 100
方向集中度パラメータ
spreading parameter 68
方向スペクトル
directional spectrum 63, 67
防波堤
breakwater 167
包絡波
envelope wave 31
ポケットビーチ
pocket beach 139
補償深度
compensation depth 151

【ま】

マイヤーズの式
Myers equation 94
巻き波
plunging breaker 54
巻き寄せ波
collasping breaker 55
マニング公式
Manning formula 90
満　潮
high water 79

【み】

見かけの質量
added mass 119
ミチゲーション
mitigation 177
ミッシェ・ルンドグレン式
Miche-Rundgren wave pressure formula 127
密度成層
density stratification 156
密度流
density current 100, 110

【む】

無光層
aphotic zone 151

【め】

面的防護方式
integrated shore protection system 9

【も】

戻り流れ
return flow 104, 109
藻　場
seaweed bed 153
モリソン式
Morison equation 122

【や】

躍動漂砂
saltation load transport 143

【ゆ】

有機汚濁
organic pollution 155
有義波
significant wave 61
有限振幅波
finite amplitude wave 15
有限振幅波理論
finite amplitude wave theory 34
有光層
euphotic zone 151
揺れ戻し
resurgence 92

【よ】

溶存酸素
dissolved oxygen 156
養　浜
beach nourishment 170
揚　力
lift force 118

【ら】

ライフサイクルコスト
life cycle cost *173*

ラグランジュ微分
Lagrangian derivative *18*

ラディエーション応力
radiation stress *56, 104*

ラプラス方程式
Laplace equation *16*

【り】

離岸堤
detached breakwater *129, 169*

離岸流
rip current *104, 109*

離岸流頭
rip head *109*

力学的境界条件
dynamic boundary condition *18*

陸繋島
land-tied island *139*

リチャードソン数
Richadson number *113*

リモートセンシング
remote sensing *164*

領　海
territorial waters, closed sea *5*

【れ】

レイリー分布
Rayleigh distribution *61*

連続式
continuity equation *16*

連続成層
continuous stratification *113*

【わ】

湾水振動
harbor oscillation *85*

—— 著 者 略 歴 ——

1993 年　名古屋大学工学部土木工学科卒業
1995 年　名古屋大学大学院工学研究科博士課程前期課程修了（土木工学専攻）
1998 年　名古屋大学大学院工学研究科博士課程後期課程修了（土木工学専攻）
　　博士（工学）
1998 年　大阪大学助手
2004 年　名古屋大学助手
2005 年　名古屋大学助教授
2007 年　名古屋大学准教授
　　現在に至る

沿 岸 域 工 学
Coastal Zone Engineering

© Koji Kawasaki 2013

2013 年 5 月 11 日　初版第 1 刷発行

検印省略

著　　者　川崎浩司（かわさきこうじ）
発 行 者　株式会社　コロナ社
　　代 表 者　牛来真也
印 刷 所　三美印刷株式会社

112–0011　東京都文京区千石 4–46–10
発行所　株式会社　コ ロ ナ 社
CORONA PUBLISHING CO., LTD.
Tokyo Japan
振替 00140–8–14844・電話(03)3941–3131(代)
ホームページ http://www.coronasha.co.jp

ISBN 978–4–339–05630–3　（大井）　（製本：愛千製本所）
Printed in Japan

本書のコピー，スキャン，デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられております。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は，いかなる場合も認めておりません。

落丁・乱丁本はお取替えいたします