

目次 CONTENTS

はじめに

1 気候学と海洋学 climatology and oceanology 1

- 1.1 気候学と気候システム学 climatology and climate system study 2
- 1.2 力学フレームワークの概観 dynamical framework 3
- 1.3 海洋と大気大循環の見方 general circulation of ocean and atmosphere 5
 - 1.3.1 海洋混合層と温度躍層 mixed layer / thermocline 5
 - 1.3.2 海面高度と海水温 sea surface height / sea surface temperature 7
 - 1.3.3 速度ポテンシャルと流線関数 velocity potential / stream function 13
 - 1.3.4 対流活動の空間構造 spatiotemporal structure of convective activity 19

2 気候研究に必要な海洋力学

minimum ocean dynamics for climate study 23

- 2.1 エル・ニーニョ現象 El Niño phenomena 24
 - 2.1.1 大気海洋結合系の概観 Bjerknes feedback 24
 - 2.1.2 直接・間接影響 direct and indirect impact 33
 - 2.1.3 3種類の振動理論 three oscillators 35
- 2.2 風によって駆動される表層循環 wind-driven circulation 39
 - 2.2.1 エクマン輸送 Ekman transport 39
 - 2.2.2 スヴェルドラップ輸送 Sverdrup transport 46
 - 2.2.3 スヴェルドラップ輸送の応用例 application of Sverdrup theory 48
 - (a) 充填・放出振動子理論 recharge-discharge oscillator 48

- (b) 西岸境界流 western boundary current 50
- 2.3 海洋波動 ocean wave 52
 - 2.3.1 ケルビン波 Kelvin wave 52
 - 2.3.2 ロスビー波 Rossby wave 58
- 2.4 大気海洋結合系 air-sea coupled wave 60
 - 2.4.1 遅延振動子 delayed oscillator 60
 - 2.4.2 エル・ニーニョの予測と季節内振動
forecast of El Niño / intraseasonal variation 61
 - (a) 周期 frequency of ENSO 61
 - (b) 季節内変動 intraseasonal oscillation 62
 - 2.4.3 WES フィードバックと ITCZ の北偏 mystery of ITCZ 65
- 2.5 インド洋での大気海洋相互作用 progress in the Indian Ocean 71
 - 2.5.1 インド洋ダイポールモード dipole mode in the Indian Ocean 71
 - 2.5.2 赤道モンスーンと ENSO の結合 ENSO-monsoon interaction 74
 - 2.5.3 インド洋のコンデンサー効果 capacitor effect of the Indian Ocean 81

3 モンスーン気候力学 climate dynamics involved in the monsoon 91

- 3.1 古典的な概念と新たな解釈 conventional idea and new paradigm 92
 - 3.1.1 巨大海陸風循環説 gigantic land-sea breeze 92
 - 3.1.2 大気の熱源応答 heat-induced response to atmosphere 96
 - 3.1.3 熱源の特定 $\sim Q_1 \cdot Q_2$ 法 $\sim Q_1, Q_2$ method 106
 - (a) 熱力学方程式と水蒸気保存則 heat and moisture budget 106
 - (b) 積雲対流による鉛直渦熱輸送 cumulus parameterization 112
- 3.2 季節変化 seasonal change 120
 - 3.2.1 地域特性の差異 stepwise seasonal evolution 120
 - 3.2.2 大気海洋相互作用 air-sea coupled process 126
 - (a) 7月中旬の対流ジャンプと海面水温 convection jump 126
 - (b) 海面水温を変化させる要因 regulation of SST 131
 - (c) 広域モンスーンの開始 the first transition 133

(d) 大気海洋陸面結合系としての季節進行	
integrated view of seasonal change	138
3.3 年々変動	inter-annual variation 142
3.3.1 ENSO-モンスーン論の進展	ENSO-monsoon paradigm 142
3.3.2 日本の夏季天候の支配要因	anomalous hot summer 153
(a) 定常ロスビー波	stationary Rossby wave 153
(b) 太平洋高気圧	Pacific high 161
3.3.3 日本の冬季積雪変動	snowfall variation in Japan 166
3.4 様々な時間スケールの変動	various climate variations 169
3.4.1 温暖化予測	projection of global warming 169
(a) 夏季モンスーン	Asian monsoon in future 170
(b) 盛夏期に至る季節変化と梅雨前線	duration of Baiu season 171
(c) 冬季モンスーン	winter monsoon 177
3.4.2 古気候研究からのアプローチ	paleoclimate modeling 181
(a) 地球軌道要素と日射量変動	orbital elements and insolation 183
(b) 過去の温暖期と寒冷期	hypersothermal and last glacial maximum 190
3.4.3 日変化	diurnal variation 196
おわりに	210
Appendix	212
和文索引	217
英文索引	227

*なお、図表に関しては、原図の多くが英語表記のため、本書に転載するにあたり、和文化を図っている。内容に関わる大幅な変更を行っていない場合は、「～(原典名)による」という表現に統一している。