HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	A mechanism of ice-band pattern formation caused by resonant interaction between sea ice and internal waves [an abstract of entire text]
Author(s)	佐伯, 立
Description	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。 https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第12217号
Issue Date	2016-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/62102
Type	doctoral thesis
File Information	Ryu_Saiki_summary.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士（環境科学）　　氏 名　佐伯　立

学 位 論 文 題 名

A mechanism of ice-band pattern formation caused by resonant interaction between sea ice and internal waves
（海氷と内部波の共鳴相互作用によるアイスバンド形成機構）

要　旨

冬季極域海洋において，白く縞状の海氷構造が分布することが知られている．この海氷が作る組織構造はアイスバンドと呼ばれ，その微細構造のために海氷融解を促進し氷縁の消長をコントロールするプロセスであることが示唆されている

アイスバンドの間隔は0.1-10kmと様々だが10kmスケールの間隔で並ぶバンド構造が100km以上連なる様子も観測されている．そのときバンドの長軸が風向に対していくらか傾いているのが特徴である．本研究では，アイスバンドにおける未解決の問題：

（1）　アイスバンド間の幅はどのように決まるのか?

（2）　アイスバンドの発達に適した風向きがあるか?

について‘共鳴’に着目して理論を構築し，数値モデルと観測による検証をおこなった．

まず，アイスバンド形成時の状況を単純にモデル化するため，海氷運動と下層が静止した2 層の海洋(1.5層)の結合系を考えた．はじめに海洋の運動方程式と連続の式から，内部慣性重力波（内部波）に関する発展方程式を作った．その際，開水面と海氷域の風応力の差のパラメータおよび風向きと海氷漂流方向の間の角度の影響を考慮し，バンド長軸方向の変化は無視した．そして内部波の式と海氷密接度の時間発展方程式を連立させた．これに平面波解を用いると，振動数に関する3次方程式を導出することができる．

以上を踏まえて，波数と振動数の2次元平面上でバンドパターンの伝播速度が内部波の位相速度に一致する共鳴点近傍において摂動展開をおこなった．その結果，リーディングオーダーの解として問題1に対してバンド幅の理論値を得る．また，次のオーダーの解から問題2に対する回答として北(南)半球では風向きに対してバンドパターンの進行方向(短軸方向)がいくらか右(左)向きであることがアイスバンドの発達に効果的であることが明らかになった．

上記の理論を連続成層下で検証する意味も含めて，3次元静水圧海氷-海洋結合モデルを使って数値実験をおこなった．まず，初期に氷縁がある場合は理論通り，初期擾乱(氷縁)に強く依存したバンドパターンの伝播方向に水平1次元的なアイスバンドを形成した．次に，初期に氷縁を設ける代わりにランダムな初期擾乱を与えた実験をおこなった．その結果，初期擾乱の大きさにより時間発展

に差はあるものの，理論通り，風向きに対して右向きにアイスバンドが形成された．初期の氷縁の有無に依存しないという意味でも，より現実的なバンド形成が再現できたと言える．

また，理論から予想された通り，風速が大きく海氷漂流速度が速いほどバンド間の幅が大きくなった．ただし，漂流速度を変える過程で共鳴する内部波の鉛直波数が変化することも分かった．これは，バンドパターンの伝播速度が低次モードの内部波の位相速度を下回ったとき，より低速の高次モードの内部波との間で共鳴するようにシフトしたことを示している．

最後に，衛星画像を使って現実と理論との整合性の検証をおこなった．まず，バンド間の幅が10km程度の衛星画像を選び，その前後の風速・風向データを調べた．その結果，アイスバンドを形成する要因となる約1日前の風速・風向と理論がよい一致を示した．なお，これらの衛星画像で確認できるアイスバンドは近慣性周期の共鳴現象の結果として考えることができ，本理論によく対応しているということも明らかとなった．