

平成 21 年 6 月 30 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2006 ～ 2008
 課題番号：18540441
 研究課題名（和文） 「冷える海洋－暖まる大陸」パターンの力学的メカニズムの解明
 研究課題名（英文） Research on the formation mechanism of the Cold Ocean-Warm Land pattern
 研究代表者
 本田 明治（HONDA AKIHARU）
 独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境フロンティア研究センター・主任研究員
 研究者番号：20371742

研究成果の概要：「冷える海洋－暖まる大陸」パターン、いわゆる COWL パターンの空間構造の特徴やその力学的メカニズムの解明に取り組んだ。再解析データを用いた解析で COWL は対流圏循環場ではアリューシャン・アイスランド低気圧シーソーに続いて 2 番目に卓越するモードとして抽出され、長期的なユーラシア及び北米大陸上の昇温傾向に伴って近年の両低気圧の強化傾向を伴っていることが確認された。一方近年の北半球雪氷圏の急変に伴って COWL の変動特性にも影響が現れていることが分かった。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,100,000	0	1,100,000
2007年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
総計	3,300,000	660,000	3,960,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・気象・海洋物理・陸水学

キーワード：アリューシャン低気圧、アイスランド低気圧、海陸コントラスト、定常ロスビー波、ストームトラック、惑星波、気候変動、地球温暖化

1. 研究開始当初の背景

課題名にある「冷える海洋－暖まる大陸」パターンとは、1995 年ワシントン大学の Wallace 博士らによって提唱された“Cold Ocean-Warm Land” pattern を直訳したものであり、通常その頭文字を取って COWL（コウル）と呼ばれている。COWL 指数は一般に北半球の平均陸上気温で定義され、その空間構造はアリューシャン低気圧（AL）とアイスランドの低気圧（IL）の同位相変動を中心とした半球スケールの現象で波長が約 1 万 km（波数 2）の惑星波の変動の反映とも考えられている（図 1b）。その指数はここ数十年で顕著な上昇傾向（図 1c）を示し近年の冬季を中心とした北半球の昇温傾向を代表する指

標のひとつと考えられる。COWL に伴う陸上気温は上昇傾向であるのに対し、海上気温は反対に下降している領域が多いことが図 1a から分かる。また AL と IL の勢力が近年強化傾向にあることをも意味する（図 1b）。

2. 研究の目的

主要な目的は COWL パターンの形成と維持過程の力学的メカニズムを解明することである。COWL 現象は図 1a で示されたように、中高緯度の海陸温度コントラストの変調の指標である。この海陸コントラストは対流圏で最も規模の大きい波動である惑星波の形成にも大きく寄与している。ここ数十年のトレンドはそのコントラストが弱まっている

ことを示しており、それは惑星波の弱まりにも対応するはずであるが、惑星波の地表での反映であるアリューシャン低気圧 (AL) とアイスランド低気圧 (IL) の両勢力の強化傾向は、これまでの常識とは明らかに矛盾しており、COWLが惑星波のみでは理解できないことを表している。本研究では、まずその矛盾を明らかにすることを第一の目的とする。またCOWL現象の力学的メカニズムの理解を通じて、半球規模の地上気温場と密接な関係にあるCOWLの予測可能性について、日本など極東域の天候へのインパクトを含めて季節予報への適用の可能性を調べる。また長期変化傾向において地球温暖化との関連を明らかにし、長期の気候変動への基礎資料を提出する。

3. 研究の方法

(1) COWL の冬季北半球対流圏の循環場変動への影響の程度、他の主要変動に対しての相対的な位置付け、天候へのインパクトなど、再解析・観測データ・長期ランを合わせて主に統計的手法を用いて理解する。COWL の空間構造・長期変動に見られる、既知の北極振動 (AO)、主要テレコネクション、成層圏循環など主要変動との関連、また COWL 指数にみられる顕著な年々変動の長周期振幅変動の特性やその季節依存性について詳細に調べる。

(2) COWL パターンの変調の力学的メカニズム及び予測可能性・季節予報への適用可能性について、再解析データによる解析や数値モデルを用いた感度実験などを通じて理解する。COWL 現象の適切な予測のため COWL の季節進行及び変動にかかわる先行現象の影響の定量的な把握を目指す。COWL 現象は北半球の雪氷圏変動との関わりも指摘されており、特に温暖化実験の予測を遥かに上回るスピードで急速に縮小している北極海の海氷域の影響に着目する。

4. 研究成果

(1) COWLの冬季北半球循環場変動における重要性、及び形成と維持過程の力学的メカニズムについて、約100年に及び地上観測データを用いた解析によると、COWLは数十年規模で強弱の変調がみられること、また時期や季節によってその空間構造も変化、寒候季でも1月に際立って強い振幅を持っていることが分かってきた。高層データのある最近約50年の解析によると、対流圏から下部成層圏に有意なシグナルが見られ、その長期変動はテレコネクション的な変動とストームトラックから

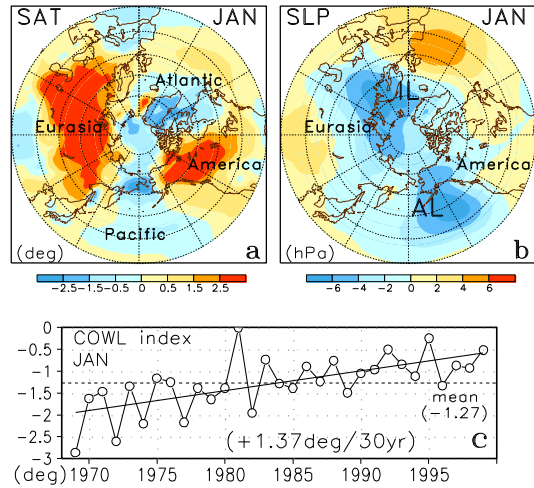


図1. 1969-99年の1月のCOWL指数(c)のトレンド(30年で1.37°C上昇)に伴う1月の(a)地上気温(SAT, °C)、(b)海面気圧(SLP, hPa)の30年間の傾向(線形回帰によって計算)。地上気温は大陸上で最大3°C以上の上昇、海洋上で0.5°C前後の下降が見られる(a)。またアリューシャン低気圧(AL)やアイスランド低気圧(IL)の中心から東方にかけて最大6hPa以上海面気圧が低下している(b)。

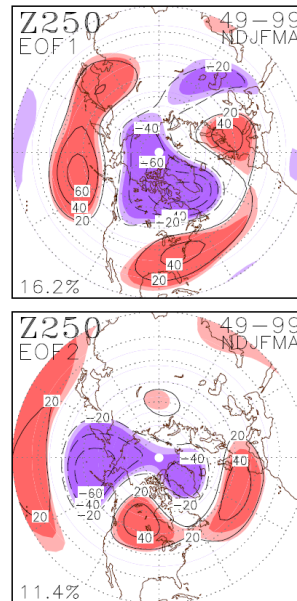


図2. 1949-99年の冬季(11月~4月)の250-hPa高度に卓越する変動を主成分分析によって抽出したもの。(上)第1モード:アリューシャン・アイスランド低気圧に相当、(下)第2モード:COWLパターンに相当。

のフィードバック強制の変動の主に2つの側面を強く持っていることが分かってきた。主要変動との関連では最近約50年の再解析データによる解析ではCOWLは対流圏循環場ではアリューシャン・アイスランド低気圧シーズンに続いて2番目に卓越するモードとして抽出され、長期的なユーラシア及び北米大陸上の

昇温傾向に伴って近年のアリューシャン低気圧とアイスランド低気圧の強化傾向が見られることが確認された(図2)。これらの解析結果は国際英文誌(Journal of Meteorological Society of Japan)に出版された。

(2) COWLはユーラシア及び北米大陸上の昇温傾向に伴って近年のアリューシャン低気圧とアイスランド低気圧の強化傾向を反映しているが、冬季北半球の高緯度域の昇温がこの10年ほど落ち着いていることもあり、新たな事実として、最近は必ずしも温暖化の指標とはなっていないことが分かってきた。近年の北半球高緯度域の昇温の鈍化には雪氷圏変動が主要な役割を果たしていることが最近指摘されてきている。中でも近年の夏季を中心とした北極海の海水域減少に着目し、観測データを用いた統計解析、大気大循環モデルを用いた感度実験から、夏～秋の北極海の海水域減少は続く冬季ユーラシアの広範囲に渡って気温低下(上昇ではない)をもたらすことを明らかにした(図3)。この結果は国際英文誌(Geophysical Research Letters)に出版された。尚、2005/06年冬季に日本、2007/08年冬季に中国を中心に極端な低温・大雪に見舞われたが、いくつか考えられる要因の一つに先行する夏～秋の北極海の海水域の記録的減少があったと考えられている。

単調な昇温傾向では説明がつかなくなっている北半球高緯度域の気温の変化傾向は、これまで得られていたCOWLの形成過程、メカニズムの概念、予測可能性について、今後新たな視点でCOWL研究を進めていく必要があることを示している。

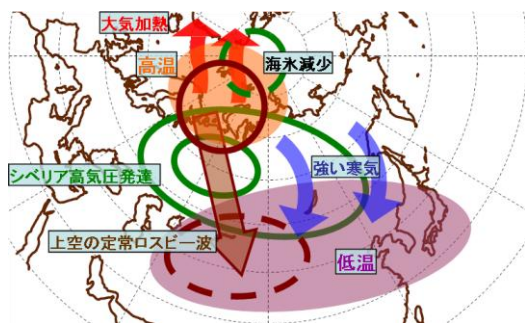


図 3. 夏季～秋季の北極海の海水域減少が冬季の日本を含むユーラシア各地に低温をもたらすメカニズムの模式図。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

(*研究活動上は Meiji Honda を使用)

[雑誌論文] (計 6 件)

- ① Honda, M., J. Inoue, and S. Yamane, Influence of low Arctic sea-ice minima on anomalously cold Eurasian winters, Geophysical Research Letters, 36, L08707, 2009, 査読有.
- ② Orsolini, Y. J. N. G. Kvamstoe, I. T. Kindem, M. Honda, and H. Nakamura, Influence of the Aleutian-Icelandic low seesaw and ENSO onto the stratosphere in ensemble winter hindcasts, Journal of Meteorological Society of Japan, 86, 817-825, 2008, 査読有.
- ③ Takaya, K., and H. Nakamura, Precursory changes in planetary wave activity for midwinter surface pressure anomalies over the Arctic, Journal of Meteorological Society of Japan, 86, 817-825, 2008, 査読有.
- ④ Honda, M., S. Yamane, and H. Nakamura, Inter-basin link between the North Pacific and North Atlantic in the upper tropospheric circulation: Its dominance and seasonal dependence, Journal of Meteorological Society of Japan, 85, 899-908, 2007, 査読有.
- ⑤ Ukita, J., M. Honda, H. Nakamura, Y. Tachibana, D. J. Cavalieri, C. L. Parkinson, H. Koide, and K. Yamamoto, Northern Hemisphere sea ice variability: Lag and propagation, Tellus, 59A, 261-272, 2007, 査読有.
- ⑥ Yamamoto, K., Y. Tachibana, M. Honda, and J. Ukita, Intra-seasonal relationship between the Northern Hemisphere sea ice variability and the North Atlantic Oscillation. Geophysical Research Letters, 33, L14711, 2006, 査読有.

[学会発表] (計 11 件)

- ① Honda, M., Influence of summertime Arctic sea-ice anomalies on wintertime Eurasian coldness, The 24th International Symposium on Okhotsk Sea and Sea Ice, 2009年2月17日, 紋別.
- ② Honda, M., Inter-basin link between the North Pacific and North Atlantic in the upper troposphere: Its dominance and seasonal dependence, Conference on Teleconnections in the Atmosphere and Oceans, 2008年11月19日, Trieste, Italy.
- ③ Honda, M., Influence of summertime Arctic sea-ice anomalies on wintertime Eurasian coldness, Workshop on Arctic and Far Eastern Climate Variability, 2008年9月3日, Seattle, WA, U.S.A.
- ④ 本田明治, 夏季から秋季の北極域海氷面積異常が冬季極東域の天候に及ぼす影響.

日本気象学会2007年秋季大会, 2007年10月14日, 札幌.

- ⑤ Honda, M., Inter-basin link between the North Pacific and North Atlantic in the upper troposphere: Its impact on high-latitude climate. Polar Dynamics Conference 2007, 2007年8月29日, Bergen, Norway.
- ⑥ Honda, M., Intra-seasonal relationship between the Northern Hemisphere sea ice variability and the North Atlantic Oscillation, CMOS CGU AMS Congress 2007, 2007年5月31日, St. John's, NL, Canada.
- ⑦ Honda, M., Inter-basin link of variability in the tropospheric circulation over the North Atlantic and North Pacific: Its interdecadal modulations and seasonal dependence, CMOS CGU AMS Congress 2007, 2007年5月29日, St. John's, NL, Canada.
- ⑧ 本田明治, 北大西洋振動に影響を及ぼす北半球海氷域変動. 地球惑星科学連合2007年大会, 2007年5月21日, 千葉.
- ⑨ Honda, M., Interdecadal modulations and seasonal dependence of the Icelandic and Aleutian lows: Their inter-basin link and impacts on high-latitude climate. AGU 2006 Fall Meeting, 2006年12月13日, San Francisco, CA, U.S.A.
- ⑩ 本田明治, 冬季日本の寒さにかかわる夏季北極海の海氷面積異常, 日本気象学会2006年秋季大会, 2006年10月25日, 名古屋.
- ⑪ 本田明治, 2005年12月に日本に寒さをもたらした大気循環場の特徴, 日本気象学会2006年春季大会, 2006年5月22日, つくば.

[図書] (計2件)

- ① 立花義裕, 本田明治 (編), オホーツク海の気象-大気と海洋の双方向作用-, 気象研究ノート第214号, 184頁, 2007年.
- ② 本田明治, 楠昌司 (編), 2005/06年日本の寒冬・豪雪, 気象研究ノート第216号, 日本気象学会, 290頁, 2007年.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

本田 明治 (HONDA AKIHARU)
独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境
フロンティア研究センター・主任研究員
研究者番号: 20371742

(2) 研究分担者

山根 省三 (YAMANE SHOZO)
同志社大学・理工学部・准教授
研究者番号: 10373466

高谷 康太郎 (TAKAYA KOUTAROU)
独立行政法人海洋研究開発機構・地球環境
フロンティア研究センター・研究員
研究者番号: 60392966

(3) 連携研究者

中村 尚 (NAKAMURA HISASHI)
東京大学・大学院理学系研究科・准教授
研究者番号: 10251406