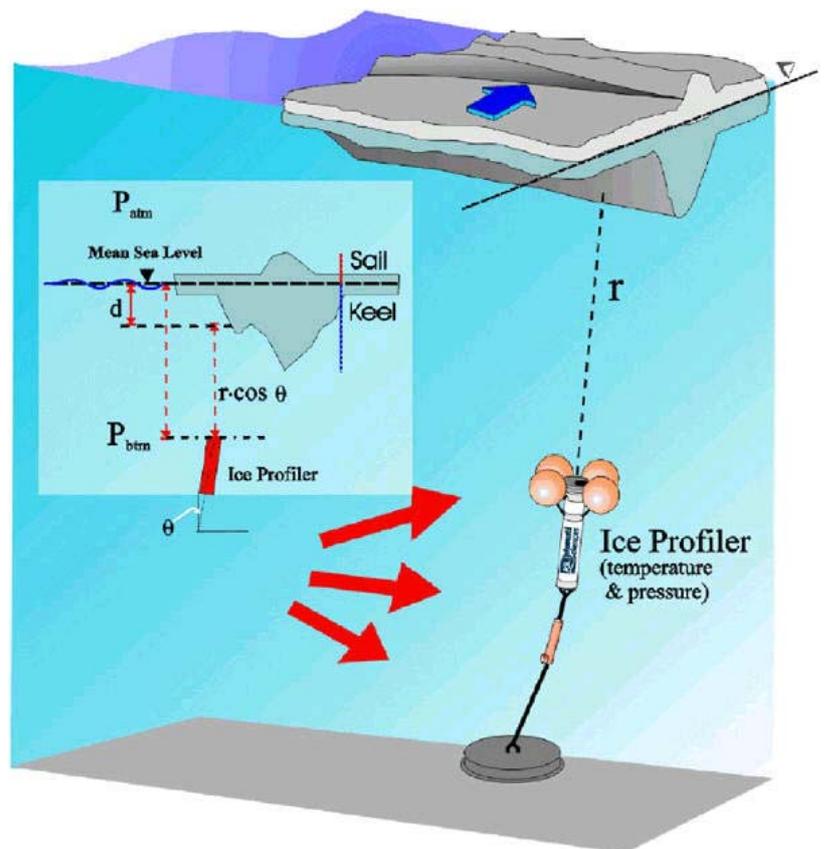


海氷の厚さを長期連続・高精度で計る

地球の気候変動を理解・予測するうえで、海氷をモニターすることは不可欠なコンポーネントである。近年の衛星観測の進展により海氷の拡がりや密接度（密集度）は毎日かつグローバルにモニターできるようになった。人工衛星により全球の海氷分布がモニターできるようになってから30年程経つが、北極海では夏の海氷面積が急速に減少している（10年で8-9%の減少：Comiso, 2006）。北極海では海氷の厚さもこの30-40年で30-40%減少しており（潜水艦のソナー観測：Rothrock et al., 1999）、地球温暖化が最も深刻に現れる海域・事象と言える。いくつかの数値モデルシミュレーションでは、十〜数十年後には北極の夏には海氷がなくなるというセンセーショナルな結果も出ている。

そもそも、南極やオホーツク海では海氷の厚さがどれくらいなのか、ということ自体、定量的にはわかっていないのが現状である。従って、厚さがどう経年変動しているかに至っては全くわかっていない。特に海氷の体積を見積もるには、氷盤の厚さだけではなく、rafting/ ridgingなどの海氷の凹凸状況も知る必要がある。現在、人工衛星による高度計を用いて海氷厚をモニターすることが考えられているが（Laxon et al., 2003）、現場観測のツールが不十分なので、十分な精度を得るまでにはまだまだの状況である。

海氷の厚さを長期連続して最も精度よく測定できるのは、係留系によるIce Profiling Sonar (IPS)を用いた観測である（図1参照）。この方法では、係留点でしかデータは得られないが、客観性・信頼性・精度ともに高く、かつ時間的に分解能の高い連続的なデータが取得できる。衛星高度計による氷厚測定も、このようなデータとのツールが不可欠である。また、同時にADCPによる海氷の漂流速度も同時に取得すると、両方のデータを組み合わせ、連続的な海氷の形状データを得ることもでき、海氷の凹凸状況も詳細に知ることができる（図2参照）。W我々北大低温研グループはこのような高精度の海氷データを測定・解析できる、世界でも数少ないグループの1つである。



Courtesy of ASL Environmental Sciences Inc.

図1: 海氷の密接度や漂流といった量は人工衛星で観測可能であるが、最も基本的な物理量である「海氷の厚さデータ」は、衛星の観測からでは正確な値を得ることが（将来とも）難しいものである。氷厚データに関しては、その平均的分布（気候値）さえもよくわかっていない状況にある。長期連続した客観性の高い海氷厚データを得るには、超音波氷厚計（Ice Profiling Sonar）を長期係留する方法が現在もっとも有効な方法である。これは海水中に係留された測器より発信した音波のエコー時間を用いて海氷の厚さを測定するもので、データ取得・データ処理ともに簡単ではないので、国際的にもまだ限られた研究者にしか使われていない。

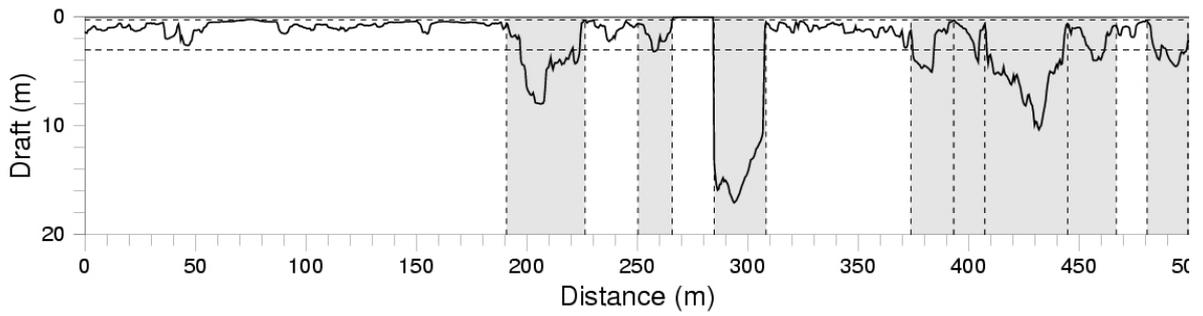


図2: オホーツク海北海道沖で IPS によって観測された海氷厚分布。(Fukamachi et al., 2006)

係留系による氷厚観測は、オホーツク海サハリンポリニヤにおいても行っており、高精度の海氷厚データと海洋データの同時取得に成功している。図3中段にあるように、薄氷 (bar の部分) も精度よく検知されており、ポリニヤ (薄氷) 出現時に、(海氷生成が活発になり) 塩分が高くなる (図3下段) というよい対応が得られている。このようなポリニヤでの高精度の海洋・海氷同時観測は世界でも初めてである。当研究室では、同様な観測を 2009-2010 年に南極海ケープダンレー沖と北極チャクチ海の沿岸ポリニヤにおいて実施予定である。観測に成功すると、衛星海氷観測のトゥルースしても、沿岸ポリニヤ過程の解明のためにも、今まで得られることのなかった高精度の海氷データセットが得られることになる。

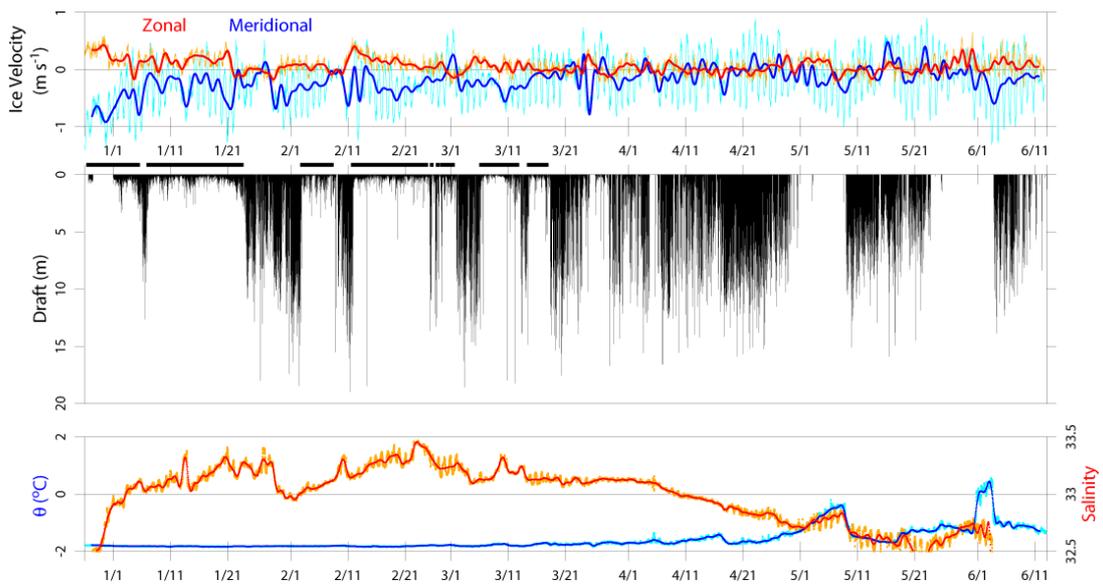


図3: オホーツク海サハリンポリニヤでの係留観測による、(上段) 海氷の漂流速度、(中段) 海氷の厚さ、(下段) 水温 (青色) と塩分 (赤色)、の時系列 (2003/01/01-06/11)。(Fukamachi et al., 2009)

関連論文

- Fukamachi, Y., K. Shirasawa, A. M. Polomoshnov, K. I. Ohshima, E. Kalinin, S. Nihashi, H. Melling, G. Mizuta, M. Wakatsuchi: Direct observations of sea-ice thickness and brine rejection off Sakhalin in the Sea of Okhotsk, *Continental Shelf Research*, (in press).
- Fukamachi, Y., G. Mizuta, K. I. Ohshima, T. Toyota, N. Kimura, and M. Wakatsuchi, 2006: Sea-ice thickness in the southwestern Sea of Okhotsk revealed by a moored ice-profiling sonar, *Journal of Geophysical Research*, 111, C09018, doi:10.1029/2005JC003327
- Fukamachi, Y., G. Mizuta, K. I. Ohshima, H. Melling, D. Fissel, and M. Wakatsuchi, 2003: Variability of sea-ice draft off Hokkaido in the Sea of Okhotsk revealed by a moored ice-profiling sonar in winter of 1999, *Geophysical Research Letters*, 30, doi: 10.1029/2002GL016197.
- Toyota, T., K. Nakamura, S. Uto, K. I. Ohshima, and N. Ebuchi, 2009: Retrieval of sea ice thickness distribution in the seasonal ice zone from air-borne L-band SAR. *International Journal of Remote Sensing*. (in press).
- Toyota, T., S. Takatsuji, K. Tateyama, K. Naoki, and K. I. Ohshima, 2007: Properties of sea ice and overlying snow in the southern Sea of Okhotsk. *Journal of Oceanography*, 63, 393-411.