CORE
Metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
Provided by National Institute of Polar Research Repository

ドームふじ深層掘削孔検層観測と氷床底面状態について

本山秀明[1,2]、新堀邦夫[3]、倉元隆之[1]、飯塚芳徳[3]、三宅隆之[4]、平林幹啓[1]、的場澄人[3]
[1]*国立極地研究所*、[2]*総合研究大学院大学*、[3]*北海道大学低温科学研究所*、[4]*滋賀県立大学環境科学部*

Borehole measurement of deep ice coring site at Dome Fuji, Antarctica and characteristics of basal ice near bedrock

Hideaki Motoyama[1,2], Kunio Shinbori[3], Takayuki Kuramoto[1], Yoshinori Iizuka[3], Takayuki Miyake[4], Motohiro Hirabayashi[1], Sumito Matoba[3]
[1]*National Institute of Polar Research,* [2]*The Graduate University for Advanced Studies,* [3]*Institute of Low temperature Science, Hokkaido University,* [4]*The School of Environmental Science, the University of Shiga*

The second deep ice coring project at Dome Fuji, Antarctica reached depth of 3,035.22m in January 2007. The recovered ice cores contain records of global environmental changes going back about 720,000 years. The borehole measurement was carried out. Rate of heat flow in the ice sheet was calculated using the vertical temperature gradient of the ice sheet and heat conductivity of ice. Then the deepest part of heat flux was 55mW/m^2. The annual layer thickness below 2,500m was not changed so much and its average was 1.3mm of ice. If the annual layer thickness and melting rate of basal ice was the same in ordering way, heat flux to the bedrock surface was assumed over 65mW/m^2. When the ice core drilling depth passed 3031.44m, amount of ice chip more abundant than the cutting chips has been collected. The temperature of basal ice is the pressure melting point. Below 3034.59m, the subglacial water infiltrated into the borehole and froze in drilling liquid. The variations of water isotope (δ ^{18}O and δ D) and dust in basal ice have no conspicuous change. The concentration of Cl^- increased, but Na^+ was decreased deeper than 3,020m. The concentration of ions will be decrease in turn according to the solubility of the ion. Further the concentrations of all ions were decreased suddenly deeper than 3,033.5m.

１．はじめに

第二期ドームふじ観測計画－南極氷床深層掘削計画－において 2007 年 1 月に 3,035.22m までの氷床深層コア掘削に成功し、過去 70 万年を越える地球環境変動の研究を行っている。この深層掘削は南極大陸の岩盤近くまで到達し、氷床底面付近に存在する液体の水が掘削孔にしみだして凍結した氷も採取されている。この底面付近の水が関与している氷床最深部の氷のイオン成分について報告する。また 2011 年 1 月に 3,035m の深層掘削孔の検層観測を行った。孔径や氷温の鉛直分布について興味ある結果が得られたので、これも報告する。

２．3,000m 以深のイオン成分

氷床コアを融解して 3,000m から 3,028m までは 50cm 毎で 10cm 長の分析、3,028m から 3,035m までは 10cm 毎に連続分析した。分析項目は水同位体（δ ^{18}O, δ D）、固体微粒子（ダスト）の粒子濃度と粒径分布、主要な溶存イオン成分である MSA$^-$, Cl^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, Na^+, NH_4^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}などである。

3,000m 以深のイオンの濃度変化の特徴を以下にまとめる。水同位体と過剰重水素 d-excess には、顕著な変化はあらわれていない。ダストと非海塩性カルシウムは 3034m までは濃度に大きな変化がないが、3,034m より深くなると濃度が大きくなる。Na^+は 3,020m から深くなると濃度が小さくなっていくが Cl-は濃度が大きくなっていくという逆の傾向を示す。しかし、どちらも 3,033.5m から 3,034m の間で急激に濃度が小さくなり、それより深くなると低濃度で落ち着く。両者の比である Cl^-/Na^+は 3,020m から次第に大きくなっていき、3,033.5m からは少し小さくなる。SO_4^{2-}と NO_3^-は、どちらも 3,020m から小さくなっていき 3,033.5m より深くなると急激に小さくなり、3,034m からは低濃度でほぼ一定値になる。陰イオンの総量は、3,033m まではほぼ一定だが、それ以深で小さくなり、3,034m からは低濃度で落ち着く。底面付近のδD に対する Na^+の関係には深さを 3 区間で区切ると明らかになる。3,000-3,020m は気温の指標であるδD と Na^+の関係が r^2=0.51 という有意な相関を示し、気候変動のシグナルを保存していることがわかる。しかし 3,020m-3,033.5m は相関が無くなり、3,033.5m-3,035m ではδD の値と関係なく Na^+は低い濃度となる。

３．検層観測

掘削終了後 4 年間の休止期間をおいて、2011 年 1 月 16 日に検層観測を行った。氷温センサーと液温センサーは 3 線式の白金測温抵抗体を用いた。測定項目は氷温、液温、液圧、傾斜、孔径（上下 2 か所）である。氷温センサーが深さ 1,800m にて破損したため、それ以降の深度データは得られなかったが、他の孔径、液温、液圧のデータは順調に測定できた。測定データは 1 秒毎に収録した。ゾンデによる温度測定は、100m 毎とし、センサーが液温、氷温になじむまで、同じ深さで 5 分から 10 分停止した。観測値は 1 秒ごとに保存しているが、このデータから

1m ごとに抽出して整理した。この氷温分布から氷床内を流れる熱流量を計算すると、氷床底面では 55mW/m^2 であった。2,500m 以深の年層の厚さが約 1.3 ㎜/年でありこの厚さが毎年氷床底面で融解しているとすると、氷床底面への地殻熱流量は 65mW/m^2 以上にもなる。

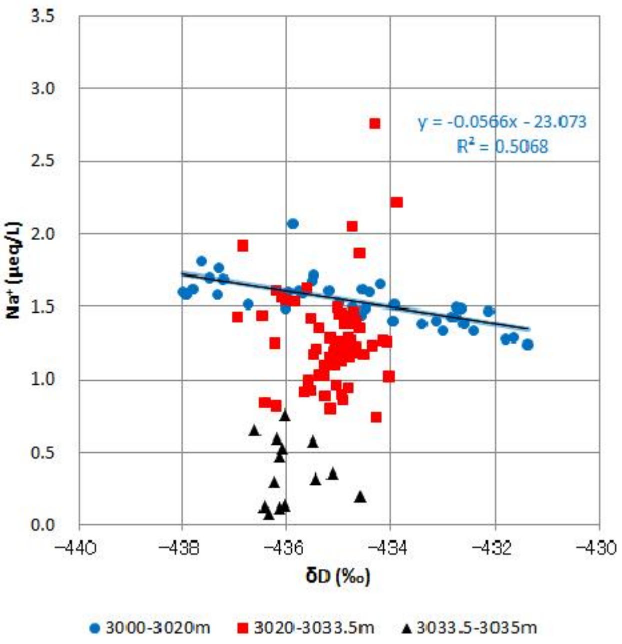

図１． 3,000m 以深の δD に対する Na^+ の関係

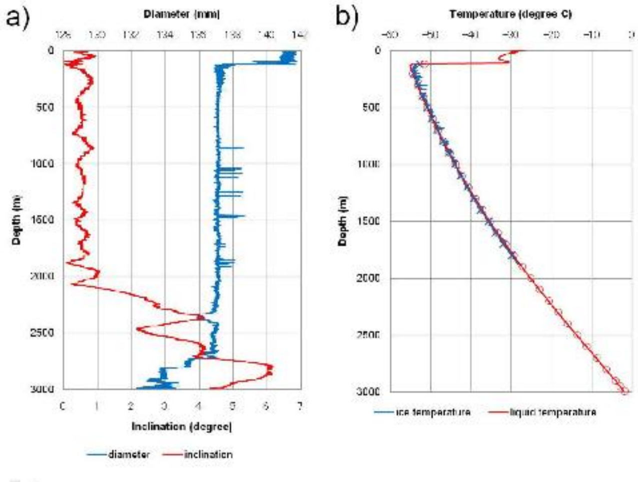

図２． 深層掘削孔の検層観測結果

a) 孔径(青)と傾斜(赤)、b) 氷温(青)と液温(赤)