

# 南米チリ・北パタゴニア氷原の溢流水河の 1944/45-2004/05 年の変動とその要因

安仁屋政武

筑波大学大学院生命環境科学研究科

北氷原に分布する 21 の溢流水河の 1944/45-2004/05 年の 60 年間の変動を、各種のリモート・センシング・データを使って明らかにした。それによると過去 60 年間は全般的に後退傾向にあり、面積約 101km<sup>2</sup> が減少した。氷原の西側（偏西風帯の風上側）に分布する氷河の平均後退量は約 8.1km<sup>2</sup> で東側に分布する氷河の 4 倍強である。氷原最大の氷河サン・キンティン氷河の後退量は約 29km<sup>2</sup> で突出して大きく、全体の 1/3 弱に当たる。距離ではレイチェル氷河の約 6km が最大である。21 の溢流水河のうち 17 がカービング氷河で、いくつかの水河では氷河前縁湖での末端崩壊による短期間の大規模な後退が起きている。一方、60 年間でほとんど変動していない氷河が氷原の東側（偏西風帯の風下側）に見られる。このような大規模な後退は一般に地球温暖化による気温の上昇の結果と考えられるが、サン・ラファエル氷河で見られた停滞／前進／後退・前進という変動はフィヨルドの地形の影響（主に幅、深さも一部関係？）と解釈される。

## 1 はじめに

最近、近年の地球環境問題、特に温暖化とその影響に対する関心が高まってきている。温暖化による直接的・間接的な影響はさまざまであるが、氷河の変動は重要な直接的影響の一つである。氷河の後退・縮小は地域によっては水資源の枯渇や観光資源の消滅などによって人間生活に直接影響を及ぼすが、氷河の融解による海面上昇は地球規模の影響となる。海拔 1m 以下に約 10 億人が住むといわれ (Hambrey and Alean, 2004)、世界の主要な大都市の多くは海岸沿いに発達しているため、海面上昇によって大きな影響がでることが避けられない。

このような背景から、世界の氷河の変動を明かにすることは、これからの地球環境を考え、それに対処する上で非常に重要である。南米南端、アルゼンチンとチリにまたがるパタゴニア氷原は南北併せて面積約 17,200km<sup>2</sup> を持ち、南半球では最大の温暖氷河（氷河の中に水が存在している氷河）の水体で、世界でも 5 指に入る規模である (図 1)。海面上昇に対する寄与という面からは、南極・グリーンランドとは規模が 2～3 桁違うが (Aniya, 1999; Rignot *et al.*, 2003)、南半球は陸地が少なく大きな温暖氷河は他にないので、パタゴニア氷原の氷河変動を明かにすることは、世界規模での氷

河変動を理解する上で重要で欠くことのできない研究である。

今までパタゴニア氷原ではアニヤの一連の研究によって、1944/45 年以降の北氷原の変動が (Aniya and Enomoto, 1986; Aniya, 1988; Aniya, 1992; Wada and Aniya, 1995; Aniya and Wakao, 1997; Aniya, 2001)、および南氷原の変動 (Aniya *et al.*, 1997; Aniya, 1999; Aniya *et al.*, 2000) が明らかになっている。

本論文の目的は、パタゴニア氷原のうち、北パタゴニア氷原を対象として、そこから溢流する氷河の 1944/45 (南半球の夏の意味) から 2004/05 までの過去 60 年間の変動をリモート・センシング・データによって明らかにし、その要因を考察することである。北氷原では 28 の溢流水河のうち 21 の氷河で (図 2) トライメトロゴン空中写真、垂直空中写真、斜め空撮写真、衛星画像などさまざまなリモート・センシング・データを使って 1944/45-1999/2000 年の変動が明らかになっている (Aniya, 2001)。今回は 2001 年、2003 年、2004 年のデータを新たに加えて、1944/45 から 2004/05 年の変動を総合的に解析し考察して、その要因についても議論する。

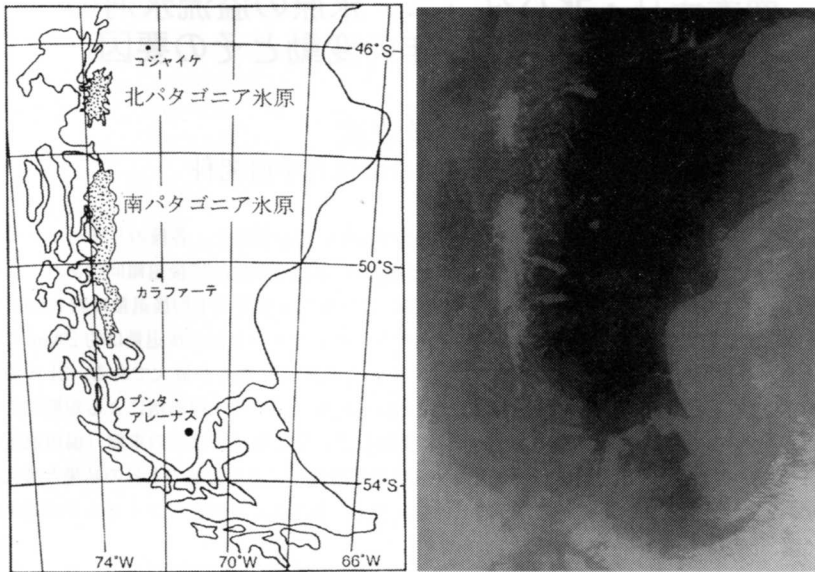


図1 パタゴニア氷原の位置(左)とNOAAの画像(1990年2月17日)。白く写っているのが氷原。北パタゴニア氷原の面積は約4200km<sup>2</sup>、南パタゴニア氷原の面積は約13,000km<sup>2</sup>である。

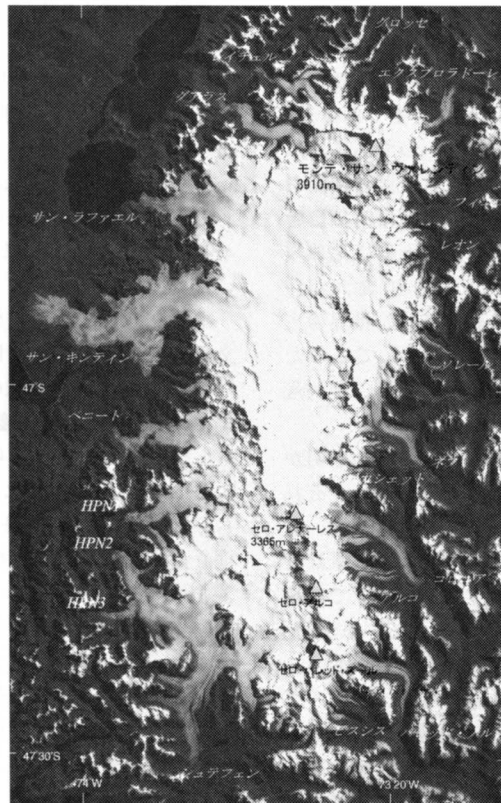


図2 北パタゴニア氷原のランドサット衛星画像(2001年3月11日)。変動がモニターされている溢流水河と主な山を示す。

## 2 研究対象地域—北パタゴニア氷原

パタゴニア氷原は南米アンデス山脈の南端に発達した細長い氷体で、ほぼ西経73°30'に沿って南緯46°25'から51°30'まで南北約500kmの長さを持ち、幅は最大で約60km、最も狭い所では僅か8kmである。現在は南緯47°40'付近のフィヨルドによって南北に分けられている。北パタゴニア氷原は面積約4200km<sup>2</sup>で28の溢流水河を持ち（Aniya, 1988）、南パタゴニア氷原は面積約13000km<sup>2</sup>で約48の溢流水河を持つ（Aniya *et al.*, 1996）。

北パタゴニア氷原の大体の高度は1000-1500mであるが、北東角にパタゴニアの最高峰モンテ・サン・ヴァレンティン（Monte San Valentin, 3910m）が聳えている（図3）。この他、氷原の中央付近にはセロ・アレナーレス（Cerro Arenales, 3365m）があり、ここから南東方向へ3000m級の

山がいくつか連なっている。因みにセロ・アレナーレスは1958年に日本—チリ合同登山隊（隊長：田中薫）が初登頂している。図4は衛星画像とデジタル標高データを使って氷原を立体的に示したもので、起伏と流域が良く分かる。

北パタゴニア氷原では、モニターされている21の氷河のうち17はカービング氷河（calving glacier, 末端が氷河前縁湖や海にあり氷山分離をしている氷河）である。カービング氷河の一つ、サン・ラファエル氷河（Glaciar San Rafael）は海に末端があるタイドウォーター氷河（tidewater glacier）で、世界で一番赤道に近い緯度（46°41'）に位置している。氷原最大の氷河は面積765km<sup>2</sup>のサン・キンティン氷河（Glaciar San Quintin）、次が面積760km<sup>2</sup>のサン・ラファエル氷河（Glaciar San Rafael）で、南北併せたパタゴニア全体でもそれぞれ第5位と6位である。



図3 冬のパタゴニアの最高峰、モンテ・サン・ヴァレンティン（3910m）と北氷原（サン・ラファエル氷河の涵養域）。2005年8月15日南西方向から撮影。手前の氷原の標高は1000m強。