

第I部 総論

第1章 序論

1-1 調査実施の経緯

アルゼンティン共和国の鉱業は、1991年までは石油、天然ガス、石灰石の開発は行われていたが、非鉄金属資源の大規模な開発は行われていなかった。しかし、1992年に鉱業分野における海外からの投資を促進する政策を開始し、1993年に鉱業関係法規（鉱業投資法、鉱業再建法等）を改正すると、海外企業による探鉱・開発が活発化し、1997年には約80社が鉱業活動を行うというピークを迎えた。その後、銅・金の価格低迷などを理由に探鉱・開発の活動は下降している。

国際協力事業団（JICA）および金属鉱業事業団（MMAJ）によるアルゼンティン共和国の資源開発協力基礎調査は1977年度（昭和52年度）より開始され、1998年度（平成10年度）までの間に以下の7地域において実施されている（Fig. I-1-1）。

北部地域	（資源開発調査）	1977～1980年度
ファマティナ地域	（地域開発計画調査）	1980年度
パタゴニア地域	（資源開発調査）	1981～1983年度
アルトデラプレング地域	（資源開発調査）	1986～1989年度
ファラジョンネグロ地域	（地域開発計画調査）	1990～1991年度
西部地域	（資源開発調査）	1992～1994年度
東部アンデス地域	（鉱物資源広域調査）	1997～1998年度

このような状況の下、アルゼンティン共和国商工鉱業庁・鉱業次官庁は、過年度の資源開発協力基礎調査を高く評価し、銅・金などのポテンシャルが期待される南部アンデス地域の基礎調査を1998年11月30日わが国に要請してきた（公信第350号）。アルゼンティン側は本調査の成果を、外資導入による同地域の探鉱・開発を促進させるための基礎データとして活用したいとしている。

1-2 調査の概要

1-2-1 調査の目的

本調査はアルゼンティン共和国南部アンデス地域を対象として、既存データ解析、衛星画像解析、グラントルース（現地踏査）を行い、得られた結果を総合的に解析し、広範囲の中から効率的に鉱床賦存有望地域を抽出することを目的とする。本年度は2年計画の第1年次にあたる。

1-2-2 調査地域

調査地域はアルゼンティン共和国南西部に位置し、南北方向は北限が南緯 36° 00′、南限が南緯 45° 00′、東西方向は西限がチリ共和国との国境線、東限が西経 69° 30′ に囲まれた約 162,000 km²の範囲で、Mendoza・Neuquen・Rio Negro・Chubut 州に属する (Fig. I-1-2)。調査地域の地理は大きく西側の山岳地帯と東側の低地帯に分かれる。

1-2-3 調査方法

(1) 既存データ解析

本地域において、これまでアルゼンティン共和国商工鉱業庁・鉱業次官庁に属する地質鉱物資源局や各州政府機関が実施した地質調査や鉱物資源探査のデータ・図面類をリストアップする。重要と思われる鉱徴地を選定し、グラントルース調査の対象地区選定に資する。

(2) 衛星画像解析

Landsat TM データよりフォールスカラー合成画像及び比演算処理画像を作成し、それを地質学的に判読し既存データと合わせて解析する。リニアメント・環状構造など鉱床生成と関係する地質構造および熱水変質帯の判読を行い、グラントルース調査の対象地区選定に資する。

(3) グラントルース

既存データ解析および衛星画像解析の結果をもとに、現地の地質・熱水変質・鉱化作用の状況把握を目的に地質調査を実施する。併せて採取する岩石・鉱石を室内試験に供し、その結果を地質調査結果とともに総合解析に用いる。

1-2-4 調査団の編成

(1) 既存データ解析・グラントルース

a) 日本側

中山 健	(財) 国際鉱物資源開発協力協会 (Japan Mining Engineering Center for International Cooperation: JMEC)
菱田 元	(財) 国際鉱物資源開発協力協会 (JMEC)
両角 春寿	(財) 国際鉱物資源開発協力協会 (JMEC)
村上 尚義	(財) 国際鉱物資源開発協力協会 (JMEC)
大久保隆太	(財) 国際鉱物資源開発協力協会 (JMEC)

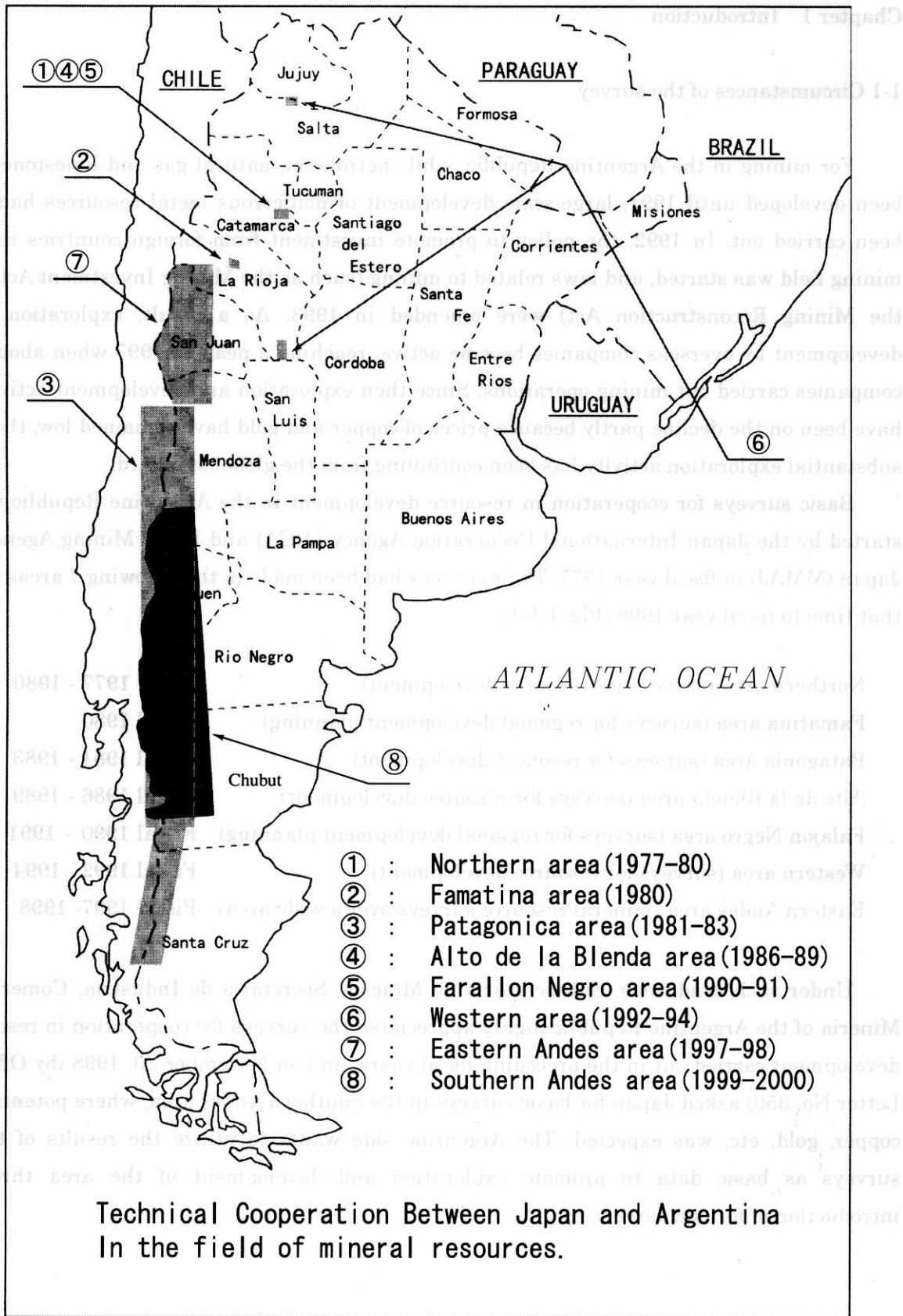


Figure I-1-1 Location map of the past projects

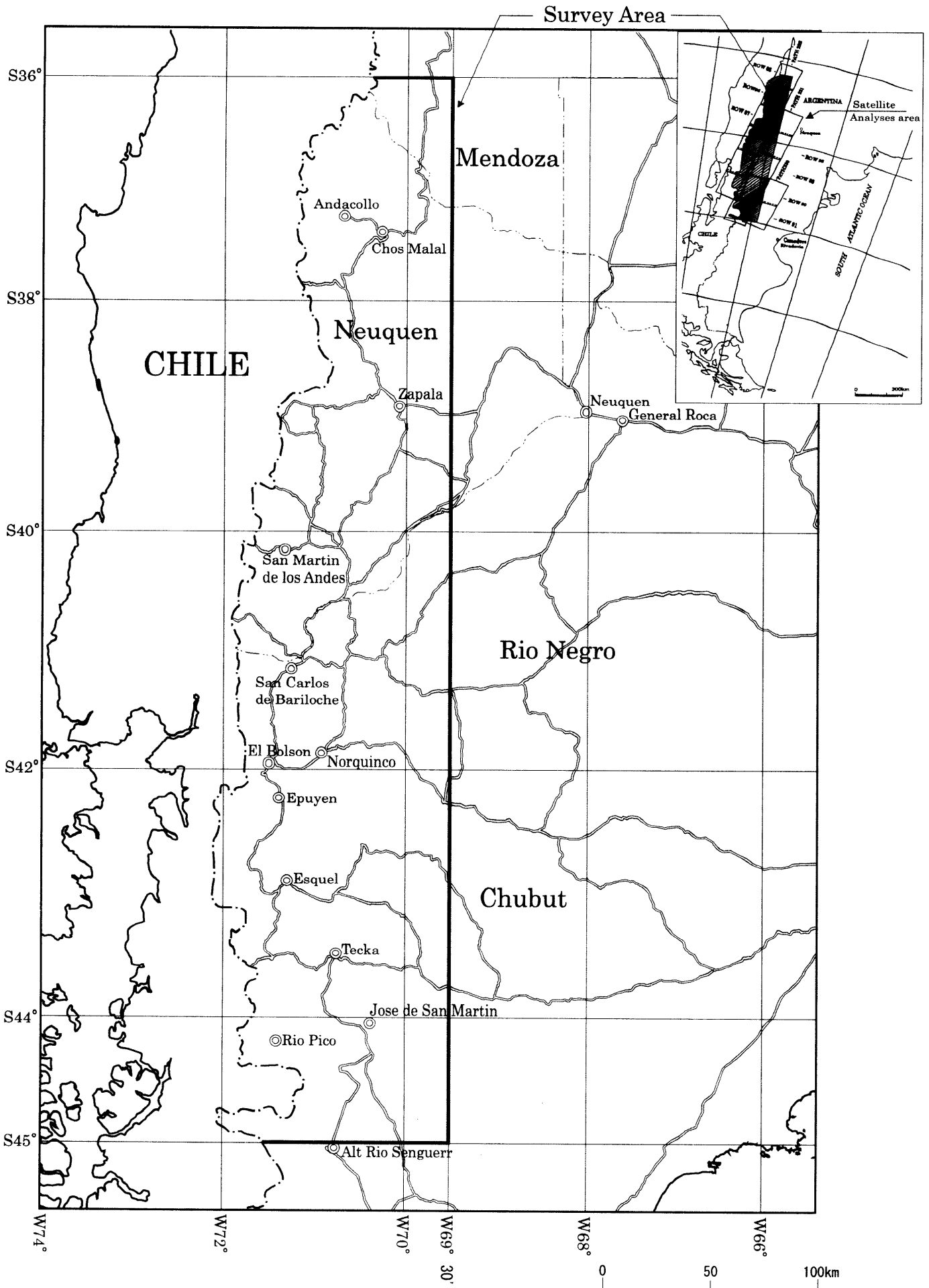


Figure I-1-2 Geographic map of the survey area

b) アルゼンティン共和国側

Mario Alberto Zubia Servicio Geologico Minero Argentino: SEGEMAR,
Comodoro Rivadavia-Chubut.
地質鉱物資源局、Comodoro Rivadavia 支所

Juan Carlos Zanettini SEGEMAR, Mendoza.
地質鉱物資源局、Mendoza 支所

Rafael Alberto Gonzalez SEGEMAR, General Roca-Rio Negro.
地質鉱物資源局、General Roca 支所

Roberto L. M. Viera SEGEMAR, Comodoro Rivadavia-Chubut.
地質鉱物資源局、Comodoro Rivadavia 支所

Marcelo J. Marquez SEGEMAR, Comodoro Rivadavia-Chubut.
地質鉱物資源局、Comodoro Rivadavia 支所

(2) 衛星画像解析 (日本国内で実施)

俣野米治 (解析・報告書作成) (財) 国際鉱物資源開発協力協会 (JMEC)
大地正高 (画像作成・解析・報告書作成) (財) 国際鉱物資源開発協力協会 (JMEC)
神原 洋 (データ処理・画像作成) (財) 国際鉱物資源開発協力協会 (JMEC)

(3) 総合解析・報告書作成 (日本国内で実施)

中山 健 (財) 国際鉱物資源開発協力協会 (JMEC)
菱田 元 (財) 国際鉱物資源開発協力協会 (JMEC)
両角春寿 (財) 国際鉱物資源開発協力協会 (JMEC)
村上尚義 (財) 国際鉱物資源開発協力協会 (JMEC)
大久保隆太 (財) 国際鉱物資源開発協力協会 (JMEC)

1-2-5 調査期間及び調査量

(1) 既存データ解析・グラントルース

平成 12 年 1 月 12 日 (水) ~ 2 月 21 日 (月)

Table I-1-1 Record of the ground truth survey.

Term	Performance
Visiting sites	31 districts
Obtained samples of rocks and ores	314 pieces

(2) 衛星画像解析

平成 11 年 12 月 22 日 (水) ~ 平成 12 年 3 月 17 日 (金)

Landsat TM 画像のデータ処理・モザイク画像作成・解析

(3) 室内試験・総合解析・報告書作成

平成 12 年 2 月 22 日 (火) ~平成 12 年 3 月 23 日 (木)

Table I-1-2 Amount of the laboratory works.

Item	Number of samples
Thin section observation	29
Polished thin section observation	16
Powdery X-ray diffraction	71
Bulk chemical analysis for geochemical survey (28 elements)	128
Bulk chemical analysis including PGM elements for Geochemical survey (31 elements)	5
Bulk chemical analysis for petrochemical study (47 elements)	13
Ore grade assay (23 elements)	24
Fluid inclusion study (Homogenization temperature and Salinity)	13
$\delta^{18}\text{O}$ composition measurement	9
$\delta^{34}\text{S}$ composition measurement	7
K-Ar radiometric dating	3

第 2 章 調査地域の地理

2-1 位置・交通

調査地域はアルゼンティン共和国南西部の Patagonian Andes と呼ばれる地域の北側に属する。南北方向は北限が南緯線 $36^{\circ} 00'$ 、南限が南緯線 $45^{\circ} 00'$ 、東西方向は西限がチリ共和国との国境線、東限が西経線 $69^{\circ} 30'$ に囲まれた約 $162,000 \text{ km}^2$ の南北に狭長な範囲である (Fig.I-1-2)。行政区分では Neuquen・Rio Negro・Chubut の 3 州に属する。なお、Mendoza 州南端部も調査地域に含まれるが現地調査は実施しなかった。調査地域の主要都市及び町を北から順に列挙すると、Chos Malal、Zapala、San Martin de los Andes (以上 Neuquen 州)、San Carlos de Bariloche、El Bolson (以上 Rio Negro 州)、Esquel、Tecka、Alto Rio Senguerr (以上 Chubut 州) となる。

調査地域内に入るには首都 Buenos Aires から Neuquen 州の州都 Neuquen (一日 4~5 便、所要時間 2 時間)、Rio Negro 州の観光都市 San Carlos de Bariloche (一日 4~5 便、所要時間 2 時間 20 分)、あるいは Chubut 州の主要都市 Comodoro Rivadavia (一日 6~7 便、所要時間 2 時間 15 分) に定期便で飛び、そこから主要幹線道路を車で移動するのが一般的である。Chubut 州 Esquel にも飛行場があるが、現在定期便は運航していない。

調査地域内の国道はほとんど舗装されており、十分整備されている。そのうち国道 40 号線は調査地域のほぼ全域を南北に縦貫し、Chos Malal、Zapala、Esquel、Alto Rio Senguerr を結ぶ。

国道 237 号線は Neuquen と San Carlos de Bariloche を結ぶ道路で、Zapala～San Carlos de Bariloche 間を移動する場合も一部利用する。国道 258 号線は San Carlos de Bariloche とその南の Leleque を結ぶ道路で、San Carlos de Bariloche～Esquel 間を移動する際に利用する。主要都市及び町を結ぶ道路として国道以外に州道も発達している。国道と比較して未舗装道路が多いが、路面は十分整備されており高速運転が可能である。主な都市間の距離とおおよその所要時間は以下のとおりである。

- ・ General Roca～Zapala : 234 km, 3 時間
- ・ Zapala～Chos Malal : 211 km, 3 時間
- ・ Zapala～San Carlos de Bariloche : 363 km, 5 時間
- ・ San Carlos de Bariloche～El Bolson : 132 km, 2 時間 30 分
- ・ El Bolson～Esquel : 165 km : 2 時間
- ・ Esquel～Alto Rio Senguel : 351 km, 4 時間
- ・ Alto Rio Senguel～Comodoro Rivadavia : 354 km, 4 時間

山間部に位置する既知鉱徴地や熱水変質帯へのアクセス道路は悪路が多い。渡河、路肩の崩落、落石、雪道、泥濘など四輪駆動車が不可欠となる。奥地に入る場合は、四輪駆動車 2 台あるいは四輪駆動車 1 台とユニモグ 1 台の組み合わせで移動することが望ましい。今回の調査では用いなかったが、車両通行が不可能な山岳地域へのアクセスには馬が必要である。

主要都市あるいは町には必ずガソリンスタンドがあり、その多くが早朝から夕刻まで営業しているので給油には問題がない。Neuquen 州 General Roca での燃料の値段は 2000 年 2 月現在で、レギュラーガソリン US\$ 0.972/l、軽油 US\$0.464/l である。

2-2 地形及び水系

調査地域の地形は西から東に向かって変化し、西側のチリ共和国との国境に近い部分で標高 1,500～2,000 m の山岳地形、中央部の標高 1,000m 前後の丘陵地形、東側の平原地形の大きく 3 帯に分けられる。アンデス山脈は南にいくにつれ標高は徐々に低くなり、山脈の幅も減少し平均 100km 以下となる。最も高い山は Neuquen 州に位置する標高 4,709m の Volcan Domuyo であり、次いで標高 3,776m の Volcan Lanin である。これらはアルゼンティンとチリとの国境沿いに位置し太平洋／大西洋の分水嶺の一部を形成する。

西側の山岳地帯では E-W 系あるいは NW-SE 系の河川が卓越し、南緯 39° 以南では氷河湖が存在する。San Carlos de Bariloche 周辺は特に湖が多いため Lake District と呼ばれ、国立公園に指定されている。湖は水深が深く標高も高い所に位置し、Nauel Huapi 湖のようにフィヨルド地形を特徴とする。

河川は山岳地帯に源を発し、しばらく東に向かって流れた後、Rio Neuquen や Rio Alumine などの N-S 系の河川に流入する。平原地帯では様々な方向の支流がこれらに流入し、Rio Negro や

Rio Chubut の大河を形成し、方向を北西や北東に変えながら大局的には東に流れる。

2-3 気候

Patagonian Andes の気候は、南米大陸の西と南に広がる太平洋の影響を強く受けており、南極大陸を回る強い風にさらされている。アルゼンチン側は南北に伸びる山脈がこの西風のバリアーとなっているが、同時に山岳地域に多量の雨と雪をもたらす。多量の雨を降らせた後の西風は、その東側の地帯に乾燥気候をもたらす。海の影響が強いため、予測できない気候変化がしばしば起こる。春や初夏には良い天気突然悪化し、太平洋からの暴風雨に見舞われることがある。このような場合、真夏でも高地で雪が降る。

一般的に、北から南へ行くにつれ気候は厳しくなる。これは南へ行くにつれ、高山植物の植生の上限や夏季の積雪のレベルが下がることに反映されている。例えば Neuquen 州の北部では高山植物は標高 2,000m 以上で見られるが、南の Cape Horn では標高 400m 以上でコケ類が生育可能である。万年雪が見られるのは北部では標高 2,400m 以上であるが、チリ南端の南極大陸周辺の島々では標高 450m まで下がる。

強風はアルゼンチン側のステップ地域の低気圧に起因する。この低気圧は夏に空気が熱せられ、太平洋から湿った空気の塊が引き込まれ成長する。一般的に風は南に行くにつれて段階的に強くなる。西風は 11 月～1 月の間最も強くなり 4 月の終わりまで続くが、冬場は風が少なくなり静穏な期間が長く続く。

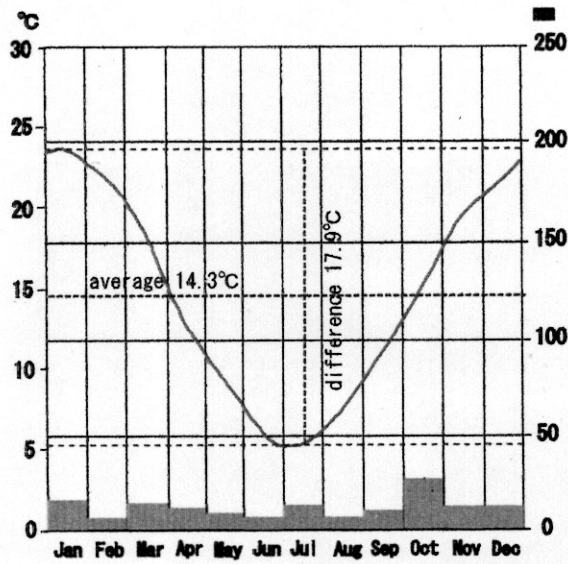
Patagonian Andes の中でも北部は一般的に南部より気候が安定しており、風も少なく暑く長い夏が続く。Lake District から北部では、湿って生暖かい風が北から吹き込んだ後に悪天候になることがある。山岳地帯では暑い夏に雷雨がしばしば発生する。

2-4 植生

Patagonian Andes の植生は西から東に向かい、山岳地域での森林地域、半乾燥のステップ地域、湿った低地の 3 帯に分かれ、これは気候の変化を反映している。南へ行くにつれ気候が寒冷となり、温帯雨林や落葉樹林はより低い高度を占めるようになる。

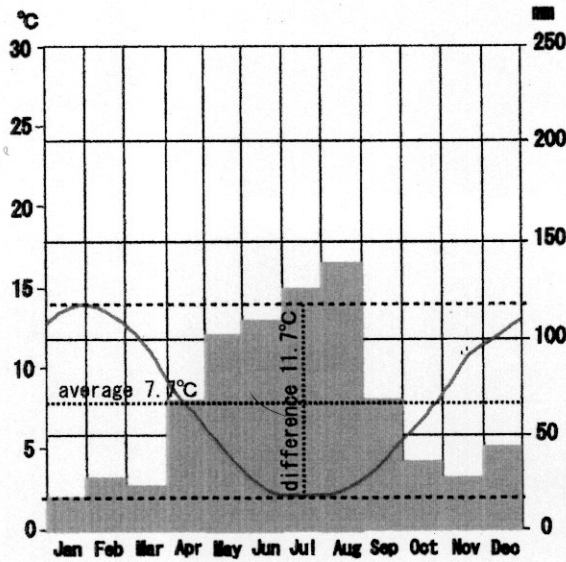
常緑温帯雨林地帯は複数の常緑樹林種からなり、3 帯の中でも最も繁茂した広範囲な地帯であり、重要な植物種を全て含んでいる。Patagonian Andes の北部や Lake District では、温帯雨林の種が豊富で標高 1,400 m 以下に生育する。落葉樹林帯は半高山から高山地帯にあり、標高 600 m から Lake District の植生ラインまでの範囲を占める。落葉樹林帯に適する条件は、単に降水量が少ないだけでなく、水はけが良いことと冬が厳しいことである。

ステップ地帯は山岳地形の東を縁取っており一般に植生密度は低い。生長の遅い茂草が分布する。河川に沿った所には低木の集まりが見られる。



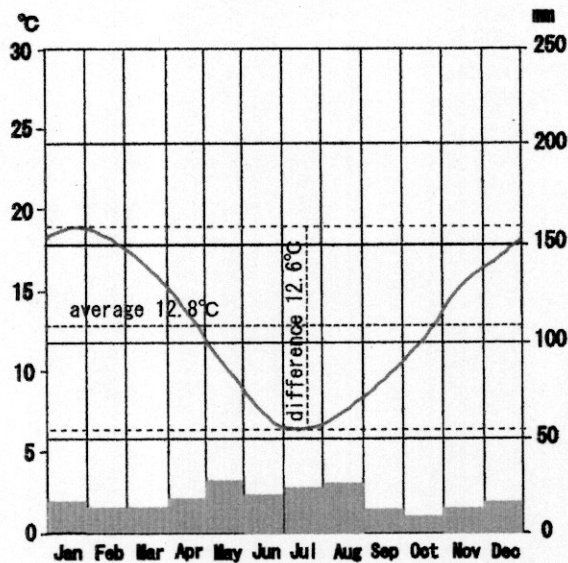
Latitude: 38° 57' S
 Longitude: 68° 08' W
 Altitude: 270 m
 Total precipitation: 139mm
 Major wind: West, East & Southeast
 Average velocity: 13 km/h

(a) Climate at Neuquen, Neuquen Province



Latitude: 41° 09' S
 Longitude: 71° 10' W
 Altitude: 836 m
 Total precipitation: 782 mm
 Major wind: West
 Average velocity: 24 km/h

(b) Climate at San Carlos de Bariloche, Rio Negro Province



Latitude: 45° 47' S
 Longitude: 67° 30' W
 Altitude: 61 m
 Total precipitation: 187 mm
 Major wind: West, Northwest & Southwest
 Average velocity: 32 km/h

(c) Climate at Comodoro Rivadavia, Chubut Province

Fig. I-2-1 Data of climate of the survey area (Mining Secretary, 1993)