

温帯低気圧の一生に関するシンポジウムの報告*

上野 健一^{*1}・田中 博^{*2}・佐藤 正樹^{*3}・福富 慶樹^{*4}

1. はじめに

1994年6月27日から7月1日にかけて、ノルウェー・ベルゲン市において温帯低気圧の一生に関するシンポジウムが開かれた(主催:ベルゲン大学, 協賛: American Meteorological Society, The Norwegian Geophysical Society, National Oceanic and Atmospheric Administration). ベルゲンといえば低気圧研究では有名ないわゆるベルゲン学派の発祥の地であり, この学派の75周年を記念したシンポジウムでもある. ちなみに前回は同様の温帯低気圧に関するシンポジウムが1988年にヘルシンキにて開催されており, このときは Palmen の生誕90周年を記念したものであった. 前回の参加人数を大幅に上回る300名近い参加者のもと, 2会場にわけて約1週間の熱気溢れる研究集会が続いた. 今回の会議の特徴は, 招待講演の講演者の豪華な顔ぶれであろう. Eliassen, Newton, Green, Holopainen をはじめ, Wallace, Hoskins, McIntyre, Lindzen, Held, Farrell など教科書, 論文でお馴染みの力学界の重鎮たちが招待講演に名前を連ねている. これらの招待講演を聞きたいがために参加した人も多かったのではないだろうか. 参加者は主にアメリカとヨーロッパが中心で, そのほか中国・インド・オーストラリアからの参加があった. 日本からは我々4名の参加であった. 初めの2日で招待講演者による歴史的な研究背景と問題点に関する発表が1会場で行われ, 残りの3日間で一般講演が2会場で行われた. 当初は, 小人数に絞って十分な議論をするという趣旨であったらしいが, 参加希望者がふくれ上がり, 2会場の同時進行, 講演時間わずか12分となってしまったのは残念である. ポスター発表は14件だけであったが, 掲示場

所は講演会場のすぐ隣で, 休憩時間に皆が集まっており, 割と成功したのではないだろうか. 口頭発表との同時発表というのが多く, 一つの作戦らしい.

次にあげるセッションごとに, 招待講演と一般講演が設定されている. 以下に, 各セッションのタイトルと, 招待講演での座長(*を付した)・発表者名を記しておく. (上野・佐藤)

- Session I : Opening and Historical Perspectives (L. Bengtsson*, S. Gronas, R. Jewell, K. Paulsrud, A. Eliassen, H. Volkert, M. A. Shapiro, C. Newton, P. Lynch, J. Green, B. J. Hoskins, A. Thorpe)
- Session II : Planetary-Scale/Synoptic Scale Interactions (J. Wallace*, E. O. Holopainen, I. M. Held, R. S. Lindzen)
- Session III : Cyclone Life Cycles (B. J. Hoskins*, B. F. Farrell, L. F. Bosart, A. J. Simmons)
- Session IV : Fronts, Jet Streams and the Tropopause (R. Reed*, M. A. Shapiro, H. C. Davies, D. Keyser)
- Session V : Mesoscale Substructure and Physical Processes (F. Sanders*, K. A. Browning, A. J. Thrope, T. E. Nordeng)
- Session VI : Operational Forecasting and Future Directions (R. A. Anthes*, A. Hollingsworth, L. W. Uccellini, M. E. McIntyre)

2. 現代版, Richardson の夢

シンポジウム会場の受付に着くと, 3冊の分厚い Proceeding と1冊の V. Bjerknes, J. Bjerknes 等の写真集が手渡された. 父 V. Bjerknes のもとで活躍する若き J. Bjerknes が, 写真集のページをめくるにつれ次第に年老いて行く様子に, 時の流れと近代気象学の伝統の重みを感じられた. 写真集の表紙には, 近代気象学の祖 V. Bjerknes が N. Shaw と真剣な表情で何やら相談している写真が載せてある. これからの気象

* Report on the Symposium on the Life Cycles of Extratropical Cyclones.

*1 Ken'ichi Ueno 筑波大学地球科学系.

*2 Hiroshi L. Tanaka 筑波大学地球科学系.

*3 Masaki Satoh 埼玉工業大学.

*4 Yoshiki Fukutomi 筑波大学地球科学研究科.

© 1995 日本気象学会

学をどう展開させようか真剣に考え相談しているように私には想像された。それに対し、Proceedingの表紙には20代前半と思える J. Bjerknes が T. Bergeron をひぎに乗せ、おどけている屈託のない表情が写し出されていた。理論家であり数学者であった J. Bjerknes は、はじめ父がやっている現業的な仕事に反発していたが、やがて1920年頃には父を理想的な科学者として尊敬するようになっていった。ひとつの世代から次の世代に引き継がれて行く気象学の伝統がこの写真集から容易に連想されるのである。

シンポジウムの開会式は Bergen 大学の S. Gronas のオープニングで始まった。温帯低気圧に関する最初の論文が J. Bjerknes によって書かれたのは、今からちょうど75年前の1919年の事である。Gronas は、今回のシンポジウムがこの偉大なる一編の論文の75周年を記念して開催されたものである事を述べた。ノルウェー国務長官を務める K. Paulsrud は一般人から見た天気予報の重要性について述べた。彼女は Cyclone には発生期・最盛期・衰退期のライフサイクルがあるが、ベルゲン学派の Cyclone はいつまでたっても発達する一方である、と締めくくった。その後、Norway 気象研究所の A. Eliassen, Colorado 大学の M. Shapiro, そして Bergen 大学の R. Jewell へと講演が続いた。Jewell はささやくような小さな声で Bergen School の歴史を回想し、V. Bjerknes の業績を聴衆に語りかけた。“He saw the cyclone, he then saw the front, and he saw the atmosphere on his first weather charts...”。そして、V. Bjerknes は、今後10年間に気象観測所の数が現在の10倍になれば、Cyclone の構造を掌握できる事を policy maker 達に主張し続けたのである。彼の呼びかけにより、気象観測所の数はその後順調に増加していった。その一方で彼は Bergen School を開設して若手研究者の育成に務めた。Bergen に集まった彼の教え子達は、ここで本当の freedom を教わり、世界へと散って近代気象学の発展に尽くしたのであった。Jewell 教授の講演により Plenary Session は最高潮に盛り上がった。講演が終わると感激した McIntyre が立ち上がって拍手をしていた。

今回のシンポジウムで一番印象深かった人物は、J. Green であった。あまり国際会議には出てこない人らしいが、Pedolosky が彼の有名な教科書の中で、Charney モードと対等に Green モードという名称を導入してプラネタリー波の不安定モードを紹介したことにより一躍有名になったひとである。本人に Green モー

ドの事を聞くと、自分の名前が付いていることを大変恥ずかしく思っていると感想をもらしていた。彼は Eady の業績について説明し、Eady を取り巻く複雑な人間関係の模式図をトポロジー的に冗談をまじえて解説した。近くで見る Green は確かにかなりの高齢者に見えるのであるが、ラフでしわしわなシャツのボタンを3つもはずし、だぶだぶのジーパン姿で、講演台に立つ彼を遠目で見ると、その動きにはみなぎる若さを感じられ、20代か30代のひょうきんな学生のように見えてしまう。有名人の講演が始まり、会場が混雑して後ろの立ち席ではスライドがよく見えないときなど、Green は講演者の目の前の一番前の床に足を伸ばして座り込むのであった。すると、そんな彼の脇に同じくジーパン姿の若い学生達が参列して座りだし、やがて長い列ができてしまうのであった。日本の気象学会では見られない光景として、印象深く脳裏に焼きついてしまった。

そんな Green と張り合うかのように同じくラフな姿の B. Hoskins は、自分の講演の時に限って人からネクタイをわざわざ借りて講演台に立ち、上半身だけピシッときめていたのが逆におかしく思えた。Hoskins は Q ベクトルの説明をし、オメガ方程式ができるまでの R. Sutcliffe の業績を紹介した。C. Newton は Bergen School で育った若き気象学者達が、その後アメリカに渡り、Bergen School の哲学を普及し初めた頃の回想を述べた。P. Lynch は1922年の Richardson による有名な数値実験を現在のコンピュータ技術を用いてそのまま再現した。つまり、V. Bjerknes が集めたヨーロッパの上層観測データを鉛直5層の $3.0^\circ \times 1.8^\circ$ の格子点におとして初期値(1910年5月20日0700UTC)をつくり、Richardson が用いたものと同じ基礎方程式形を丹念にコード化し、そして現在のコンピュータで走らせた結果を紹介したのである。Lynch の計算結果によると、Richardson が求めた Veanna 付近の地上気圧は、やはり6時間後に145hPaも上昇してしまう事が再確認された。Lynch は70年前に Richardson が見たであろう最初の天気予報図を現在のコンピュータグラフィックスで再現してみせたのである。残念ながら、紹介された予報天気図は等値線が幾重にも重なり、ヨーロッパ中でとんでもない天変地異が生じたような地上気圧分布図を示していた。しかし、ここで Lynch が強調したことは、Richardson がファンタジーの世界で夢見た高速コンピュータが実際に可能になった現代、Richardson の計算が実に正確であったこ

とが実証された、という事である。(田中)

3. 印象に残った講演

特に印象に残った発表について簡単に述べる。M. Wallace は Cyclone 研究と絡む今後の中心的研究課題として (1) Cyclone wave と Planetary wave の相互作用の問題, (2) ブロッキングと関係する High-frequency wave と Low-frequency wave の相互作用の問題, (3) index cycle と関係させた Long-range forecasting の問題, についてまとめた。そして彼は Cyclone wave と Planetary wave の間のフィードバックのシンプルな図を紹介した。I. Held は Wallace のその図をさっそく入手して自分の講演に取り込んで発表した。彼は Planetary wave から Cyclone wave へのエネルギーカスケードは過去において詳しく研究されているものの Cyclone wave から Planetary wave への逆カスケードに対する理解は不十分であることを強調した。Held は P. Rhines (1975) によるカスケード理論をレビューし、代表的変形半径スケールで大気の傾圧成分から順圧成分に供給されたエネルギーが、逆カスケードによりブロッキングや亜熱帯ジェットなどのコヒーレントな渦を形成していると述べた。彼は、ブロッキングの形成にある程度のコンセンサスが出来上がっていることを確認した。R. Lindzen は、準地衡風方程式により不安定の必要条件となる PV (ポテンシャル渦度) が対流圏の下層と上層で急変している観測事実をもとに、傾圧不安定性の中立化を議論した。彼は対流圏界面が Cyclone の活動により持ち上げられることで、傾圧不安定が解消する事を主張した。B. Farrell は non-modal growth の定量的な計算を簡単な行列を例に実際に解き、レーリー摩擦とランダム強制のもとで実際に観測されるような東西波数 5 の 10 日周期付近に擾乱のエネルギーのピークが現われることを示した。この結果から彼は non-modal growth 理論を正当化した。A. Simmons は傾圧波のライフサイクル数値実験の解説と歴史に触れ、最近のホットなトピックスとして E. K. Chang の論文を紹介し、傾圧波動の群速度による下流発達 (downstream development) の実態について解説した。

A. Hollingsworth は 5-8 日予報において、現在から 2-3 日だけ数値予報モデルを逆向きに時間積分し、予報に対して最も sensitive な地域を検出し、そこでその値を僅かだけ調整したうえで前向きに長期間時間積分するというテクニック (Perturbed Forecast) を紹

介し、これが爆発的低気圧の予報改善に極めて有効であることを紹介した。彼は、これとアンサンブル予報を組み合わせることで、中期予報が一段と改善されると述べた。Hollingsworth の発表は今回のシンポジウムの発表の中で最も注目されたもののひとつであろう。

R. Grotjahn は温帯低気圧の励起が normal mode によるものか、それとも Farrell が言うような non-modal growth によるものかを観測データから評価した。USA では、最近 normal mode と言うと村八分にされそうなきらいがあるが、ヨーロッパでは Simmons や Hoskins のおひぎもとという事で、久しぶりに生きた心地がする、という前置きが述べられた。彼の解析結果によると、発達期の低気圧はトラフ軸の位相を時間的にロックしたまま増幅している。この例から、彼はその発達が normal mode によるものであると結論づけた。この結論に不満を抱いた Farrell は、F. Sanders が行なった約 40 の事例解析の例を持ち出し、これまでの結果では位相はロックされていないというのが結論であり Grotjahn の研究は解析数が絶対的に不足であると抗議した。Grotjahn はこの質問に対し、もっと多くの事例を解析したかったが、“Because we don't have this.” といいながら、“\$0” とスクリーンに書き、無言で P. Stephens (研究費をばらまく NSF のお役人) の顔を見るのであった。

最後に、木曜日の夕方に開かれたバンケットについて少し触れておく。はじめに、ベルゲン大学長が次のような歓迎の言葉を述べた。何年かまえに、ノーベル賞に輝いたペニシリンの発見を記念してここベルゲンに大勢の関係者が集まるという祝賀会があった。丁度そのころベルゲンで風邪が大流行したため、患者にさっそくペニシリンを使わせたのであったが、これがまったく効果を示さないのであった。同様に、今回は世界中からこれだけ大勢の著名な気象学者がベルゲンに集まってきたというのに、降り続くベルゲンの雨はいつこうに止まないのはどうしたことなんだ、という落ちがついていた。次に登場した Hoskins は、何かスピーチを頼むという事なので私は 9 分間話すから、あとの 2 分間でどうぞ質問をして欲しい、と切り出した。シンポジウム後半の発表時間の短さを皮肉ってのジョークである。続いて Eliassen が演台に立った。彼は Cyclone 発見 40 周年記念祝賀会のことを思い浮かべていた。その時 Banquet Speech をしたのは Sutcliffe であり、若手気象学者を励ます Sutcliffe の

言葉に当時まだ新進気鋭だった Eliassen は深く感銘を覚え、それが今日でも彼の支えになっている。“今、75周年記念にこうして自分が Banquet Speech を行なう番になったというのに、思ったように若手を励ます言葉が見つからないのがとても口惜しい。”そう言いながら Eliassen は若手の活躍を期待すると述べて乾杯の音頭を取った。

その他、バンケットに先立ってピアノコンサートがあり、大気象学者も小気象学者も一堂に会して同じ音楽を楽しむ催し物が企画された。また、日曜日のフィヨルドツアーは雨にたたられたが、デッキの上で様々な参加者と十分に話をする時間がもてた。W. Chen が教えてくれるまで知らなかったのであるが、NMC は National Center for Environmental Prediction (NCEP) と改名し、Climate Analysis Center も Climate Prediction Center と改名するそうである。V. Bjercknes から J. Bjercknes へと時代が移り行くように、今日でも気象学における世代交代は留まることを知らないようである。気象力学の長い伝統の上に立つ現代の著名な気象学者がこのシンポジウムのために一堂に会し、McIntyre や J. Green が演出して会場を盛り上げた。Bergen School の伝統の重みの再発見は近年の中緯度大気力学のもやもやを吹き飛ばしてくれるようで、実に素晴らしいシンポジウムであった。なお、今回の旅費は、住友財団助成金を使わせていただきました。(田中)

シンポジウムの統一テーマは「低気圧のライフサイクル」ということであったが、この会議に参加したいがために、自分のやっている研究を各セッションにむりやり関連づけて発表をしにきていた人も多く見られた。したがって、セッション分けもかなりあいまいな部分が多く、一般講演では2つの会場を行ったり来たりする光景が多く見られた。シンポジウムのキーワードとして重要なものとして、PV と T-bone があげられるであろう。PV に関連づけて話をしないと場違いの雰囲気になっていたし、逆に PV の話をすれば何でも受け入れられるという感じさえした。PV thinking について McIntyre と Hoskins が議論の主導的な役割を果たし、Hoskins *et al.* (1984, QJ RMS), Thorncroft *et al.* (1993, QJ RMS) の両論文がしきりに引用された。特に McIntyre はセッション IV の招待講演で、天気予報における PV thinking の重要性を強調していた。一方で M. Shapiro は、会議のコンピーナーの一人として多忙な中で、もう一つの中心的な場所に

位置していた。特に T-bone などに代表されるような低気圧の内部構造の記述的研究は、ベルゲン学派の正当な後継者の位置を占めるにふさわしい。アメリカ的に洗練されたおしゃれと、趣向を凝らした OHP、座長としての wit に皆好感の拍手を送っていた。

ところで、流行の PV thinking, T-bone などは、決して最近の新発見というわけではないということにこの会議のもう一つの特徴があると思う。事実、レビュー講演の中で、このようなことは何十年も前からいわれていたものであると繰り返されていた。過去の概念のリバイバルという位置づけになるかもしれないが、現在の視点から、過去の研究を再解釈することによって得るところは大きい。例えば、GFD (地球流体力学) に慣れた頭から Palmen and Newton (1969) の教科書を読み直してみると、逆に今日の新鮮さを強く感じるであろう。このような問題にこそ、世代間の情報の連絡が要求される。老年世代がそんなものとはとっくの昔に行われたことだと一笑に付している、懐古趣味的な雰囲気が強くなり後向きになり勝ちであるし、逆に若手が昔の研究を知らずに進めてしまうのは、多くの無駄が生じる。この会議では、各世代がうまく集結することによって、昔からの伝統の中で低気圧研究の今日的な意味を探ろうという建設的な努力が見られた。

セッション II の招待講演では、Held が惑星波と総観規模擾乱の相互作用の力学に関して、confusing な点を3つ紹介していた。第一は相互作用における地衡風乱流的な描像(エネルギーの逆カスケード)について、第二は外部ロスビー波の鉛直構造と地表面温度の力学について、第三は時間平均的な流れ場の意味するところについてである。短時間の中でこれだけのことを話すのだからまとまるわけがないが、各種モデル-単純モデルから GCM まで-を用いることと、それらの関連を理解することの必要性を強調していた。Lindzen は、中緯度の圏界面高度はちょうど、Eady 問題の short wave cut off の条件が満たされるように決まり、また等温位面にそって PV が一様化されるように子午面平均の温度、風分布が定まるという説をとらえている(Lindzen, 1993 JAS ; Sun and Lindzen, 1994, JAS)。Lindzen の講演は彼一流の信念がにじみでるような発表である。温室効果に対する「Lindzen 効果」のときと同じように、その真偽はともかく、誰もがその説に挑戦したくなるような魅力に満ちている。Lindzen は質疑にあまり加わらず、もっぱら観光を楽しんでいる

ようであった。

Hoskins はセッションIIIのライフサイクルの招待講演の座長として、次のような対立概念を提示して論点を提供していた。

fronts vs baroclinic zones/normal modes vs non-linear process/normal modes vs initial value problem/2D stationary states vs 3D evolving states/dynamics vs physics/omega-eq vs PV-theta thinking/theory vs practice/understanding vs simulation

招待講演では、Farrell, Bosart, Simmons がそれぞれ得意の linear excitation, 現実の観測的描像, 数値シミュレーションの話をしていて、その他の一般講演の中から拾うと、Saravanan は準地衡風理論を用いた3次元コンターダイナミクスによって、Thorncroft *et al.* (1993) の Life Cycle 1, Life Cycle 2 をシミュレートしていた。Saravanan は、温位面上で PV を追うことよりも、PV 面上で温位を追うことの方が informative という。前者の例は shallow water model であるが、後者の例には Eady model があたるといっている。圏界面に対応する PV 面と地表面が、Eady model の上壁・下壁を構成するというのである。このように、Eady model の復権を多くの人が強調していた。成層圏に比べれば対流圏は PV が一様化されており、現実の対流圏の PV の勾配は決して beta に近くはない。Charney model よりも Eady model の方が現実的な状況を反映しているのである。

温帯低気圧に対する湿潤効果については、これまで明瞭な描像が得られていないという印象を持っていたが、Emanuel の参入によって少しようすが変わってきたようだ。Mak らは伝統的な CISK タイプの加熱項を入れた線型計算を行なっているのに対し、Emanuel らは角運動量一定面にそって湿潤断熱的な温度構造になるという slantwise convection の考えを発展させている。Fantini は Emanuel *et al.* (1987, JAS) にしたがって湿潤効果を成層の違いに反映するように導入して計算しており、また Emanuel は WISHE を温帯低気圧に適用した話を展開していた。講演とは離れるが、Emanuel は大規模循環と積雲活動の相互作用に関する世間の誤解-積雲活動の熱源によって大規模場が駆動され、大規模場が積雲活動に水蒸気を供給する-を駆逐する活動をいよいよ活発にはじめたようである。彼の考えによれば、積雲によってコントロールされるのは加熱よりもむしろ鉛直温度場であり、温度場自体は雲底下のエントロピー (θ_e) と直接関係するとい

う。

日本からの参加者(4人)に比べて欧米からの参加者が多いのは地理的に当然だとしても、世界でこんなにも多くの人が低気圧の研究をやっていることは驚くべきことであった。逆に言えば、現在の日本の気象研究の偏った特徴を反映して、日本で低気圧を研究する人口は極端に少ないといえるであろう。アメリカとヨーロッパの地理関係が、それぞれの国の低気圧の研究分野に特色をもたらしている。アメリカ東海岸で発達した低気圧は、北大西洋上で閉塞し、衰弱段階にヨーロッパ、特にイギリス、北欧に襲来する。したがってアメリカでは低気圧の発達過程に、ヨーロッパでは閉塞後の低気圧の挙動、移流で流される渦の非線型的な振舞いに興味が集まる傾向がある。日本はアメリカと同じように低気圧の発達段階にあたる地理的位置にあるのだから、似たような興味をもつ人がもっといてもいいと思う。(佐藤)

私がまだ大学院に入りたての頃、温帯低気圧通過時の降水分布と地形に関して興味を持ち、当時(そして今でも)、二宮氏と Browning 氏の論説が大変参考になった記憶がある。その Browning 氏と同じ小さなホテルに宿泊出来たのは、幸運であった。低気圧の力学に関しては田中・佐藤氏の詳しい報告を読んでいたくとして、ここでは低気圧性降水に関係した前線とメソ擾乱に関する研究と、観測関係の研究について印象に残った発表に触れてみたい。Shapiro や Browning らは、T-bone, bent-back warm frontal occlusion/seclusion や Warm (Cold) conveyor belt, Rear slope ascent, Dry intrusion, といった、それぞれ相関規模・メソスケールでみた低気圧にとって骨格となる構造(パーツ)を立体的に解析したうえで、重要となる物理過程をモデルによりとらえ、降水雲との対応づけを行っている。発達期から閉塞過程にかけての事例が注目されるのは、従来の低気圧発展モデルでは単純に説明が付かない段階で、しかもヨーロッパに到来する低気圧の多くがなんらかの閉塞段階に入っているであろう。一方、Davies, Keyser, Trope らは、地上付近の Frontogenesis の力学的構造や上層との関連を3次元的に注目し、局所的な前線帯の強化と低気圧の発達そのものへの影響を評価している。その物理パラメータのうち、ほとんどの発表で提示されたのが、PV の3次元立体構造であった。前線面にそった Tropopause の落ち込みから地上付近の前線帯強化に至るまで、ほとんどの解析図にこの PV-thinking が使

われていた。Locatelli らや Neiman らの発表のように、PV の進展に伴う気流系の形成と降水域の集中化 (Rain band 等) はあくまで立体的にシステムティックに起こる事を再認識した。この3次元的時間発展はあたりまえの事であるが、日本周辺ではともすると断片的・局地的構造の理解が優先しすぎるように思う。ところで今回特別 Explosive Cyclogenesis (Bomb) を念頭に強調する発表は減ったように思えた。もちろんかなりの事例は Bomb を対象としたものであったが、Bomb を特別視するのではなくむしろ低気圧の発達にとって重要な側面を提供してくれる場であるとの見方からであろう。これらの研究の基本となっているのが、ERICA (Experiment on Rapidly Intensifying Cyclones over the Atlantic), FRONTS, STORM-FEST といった集中観測である。北米大陸から大西洋を挟んだヨーロッパにいたる地域は、まさに低気圧の一生を追い掛ける絶好の観測フィールドであり、地上・航空機・衛星による観測を集中して、特にデータからモデルを通じた解析値を算出し、さらにシミュレートする事を念頭において共同観測が行われることに驚いた。後で述べるが、現在 FASTEX と呼ばれる国際観測計画が立案されつつある。ここで観測技術に関してさらに話を進めると、発表件数は少なかったが、Miletta らによるマイクロ波を利用した低気圧の発達に伴う雲水量の変化と降水パターンの研究は注目を引いていた。今後メソ擾乱の研究にますます利用されることが期待される。また航空機搭載型ドップラーレーダーはこのような移動性擾乱の集中観測にとって常識的存在となりつつあるような気がした。

そのほか、Rasmussen や Grell らによる Polar Low の観測・シミュレーションといったものもメソスケールのセッションで行われた。また、摩擦の影響が地上の前線の種類によって異なることや (Kuo ら)、メソモデルでの海洋上の境界層の取り扱い (Bradford ら) などとも発表された。

私は今回の学会で3点ほど気がついた点があった。第1に、対象を低気圧の一生とすることにより、さまざまなスケールの研究者が集まった点である。もともと中緯度気学と総観・メソスケールは異なる分野であると錯覚していた私にとって、今回の学会でメソスケールの降水擾乱の話が力学・予報から境界層の専門家にいたるまで一堂にセッションに参加していたのは大変新鮮であった。スケールで発表を強制的に分離することが、実は連動している現象をあたかも分離出来

るように取り扱ってしまう錯覚を生むのではないか。第2に、ほとんどの発表が何らかのモデルを通じて解析を進め、結果を3次元の様相で提示していた点である。モデルそのものの理解が不十分である私にとって、結果の理解にかなり苦しんだ。とともに、どのようなスケールでも事例研究に終わらず必ず物理的・概念的モデルに結びつけていく欧米の方法に感心した。第3に、ほとんどの研究者が大西洋を中心とした低気圧以外を研究対象としていない点である。“大陸上・極域・高所山岳域での偏西風擾乱の構造はかなり異なる事が予想され、もちろん研究を進めている所はあるはずだが、私は情報を得ることが出来なかった。“私の解析は、低気圧がイギリスのような低い地形の上を通過する場合であり、日本や大陸の場合とは異なるであろう。”とは Browning 氏のコメントであった。

最後に、渡航費の援助をしていただいた気象学会に、紙面をかりて御礼申し上げる次第である。(上野)

4. FASTEX の紹介

学会の終わった翌日、Front and Atlantic Storm Track Experiment (FASTEX) のワークショップ (代表: A. Joly, K. Browning, A. Thorpe, Y. Lemaitre) がベルゲン大学にて行われた。このプロジェクトの目的は主に大西洋東部からヨーロッパにかけて end-of-storm-track 域での低気圧発生・発達の予測に必要な成層圏・対流圏の交換過程、メソスケール擾乱、降水雲のパラメタリゼーションに向けた集中観測を行うことにある。1998年の集中観測を目指して研究目的の絞り込みと観測方法に関して議論が活発に行われた。特に移動する擾乱を集中して押さえるための航空機観測と船舶による海洋上でのネットワークが基本戦術となるようだ。また、ゾンデの必要性や予報精度向上に向けた観測データの効率良い解析法など、議論が続いた。ここで Green が摩擦の影響が未解決である事を示唆していた。現実的な問題としてロシアからの参加者に観測船の提供を打診していた場面もあった。国際観測プロジェクトのコアメンバーが真に多国籍である事に大変感心した。ちなみに、このプロジェクトも GEWEX の一部に位置づけようとする計画があるようだ。(上野)

5. 学会の雑感とベルゲンの気候

最近、傾圧不安定問題に興味を持ち学び始めた自分にとって温帯低気圧の一生というテーマは見逃せない

ものであり、この分野の研究の第一線を知るきっかけになればということが直接の動機で、この学会に参加した。そして結果として今後の研究方針を考えていく上で良い刺激を得ることができた。また国際学会はまったく初めての体験であり、期間中は緊張感と新鮮さ、そして驚きばかりを感じているうちに時間が過ぎ去っていったようにも思う。ここでは1週間の滞在期間を通して見たシンポジウムやベルゲンの街の様子について印象に残ったことを包括的に紹介したい。

シンポジウム全体については熱意と活気に満ち溢れていたというのが第一印象である。参加者の多くはラフな服装であり和やかなくつろげる雰囲気であった。75周年記念というのは一見中途半端にも思ってしまうのだが、それは単に後からついてきた名目かもしれない。参加者たちはこの機会を利用して雑談から学問的な議論まで大いに楽しんでいた。Session の場での研究者の眼差しからは常に新しいものを取り込んでいこうとする意欲的なものを感じられた。初日と2日目の著名な研究者による Plenary Session の内容が最も興味深く、特に低気圧研究の traditional problem の見直し論が自分にとって参考になった。一般発表では力学的な研究から個々の物理過程に着目した解析的研究、ケーススタディまでとても広範囲な内容で、欧米における低気圧研究への関心の高さが並でないことがひしひしと伝わってくると同時に東アジア領域の研究事例の少なさや、日本における低気圧研究の少なさに寂しさを感じた。

シンポジウムの会場ではワークステーションが一台用意されていて、期間中のヨーロッパ地域の気象データ解析値や予報値、雲画像、天気図等を参加者が常時見られるように設定されていた。このことはヨーロッパにおける気象情報の公開とそのソフト面でのサポートがとても進んでいることを伺わせた。もう一つ忘れてはならないのが主催者側の organize の手際のよさと工夫である。特に前夜祭、レセプション、バンケットには参加者がふんだんに楽しめる内容を用意されていた。

さて、次にベルゲンの景観について若干触れておこう。スカンジナビア半島西岸域は、偏西風および北大西洋海流のために暖かい気流が運ばれてくるので冬は高緯度の割りに温暖であり、また気温の年較差が小さ

く、年間を通じて雨が多いが穏やかな気候帯であることはよく知られている。ノルウェー第2の都市ベルゲンはスカンジナビア半島西南部の北緯60度付近の北海に面した浅いフィヨルドの湾奥に位置する港街である。人口は約21万人で市街地自体は小さく、その周りを取り囲む山地斜面や丘陵地に住宅が立ち並び、なんとなく長崎の街を一回り小さくしたような印象を受ける。伝統的な景観のよく保存されている街並みを見ながら石畳の道路を踏みしめて歩くのは情緒深いものを感じられた。夏至を過ぎたばかりのこの時期は午前零時を過ぎてても夕方の明るさで、太陽が海の向こうに見えるなくなっても、空はすっかり暗くなくなってしまうということのないまま次の夜明けを迎える。ベルゲンでは到着後、連日どんよりと曇った天候が続き、毎日頻繁に雨が降った。地元の人々は小雨なら傘をささずに平気で歩いていたが、誰もが耐水性のよいマウンテンパーカーに身を包んでいた。私はシンポジウムの会場で期間中の雲画像のアニメーションを見ていたが、そこには北大西洋で偏西風の流れが大きく蛇行シトラフを形成していて、その流れに乗って雲が頻繁にスカンジナビア半島にぶつかってくる様子が写し出されていた。また地元の新聞の天気図を見てみると、蛇行に沿った活発な前線活動が描かれていた。ただ私にはどの雨が地形性だったのか、あるいは低気圧性だったのか未だによくわからないでいる。シンポジウムの最終日以降は、今までの天候がうそのような非常に暖かく比較的乾燥した晴天となった。ベルゲンの街は週末であることもあって夜遅くまでとても賑わい、半分お祭りのような状態となり、人々には笑顔が絶えず、暖かい夏の喜びを全身で表現していた。私はシンポジウム終了後、帰路につくまでの1日半を利用してフィヨルドの日帰り小旅行をした。内陸のフィヨルドの奥でも夕方にもかかわらず手持ちの温度計で摂氏25度以上を示していた事を記憶している。

最後に、今回のシンポジウムでは自分の不勉強による語学力のなさのために苦勞したことも多く、内容的な理解があまりできなかったというのが正直なところである。しかしこの機会は今後の自分を考える上で数多くのヒントを与えてくれ、また学問的なこと以外で学んだことも多かった。この経験を是非大学院生活に活かしていきたいと考えている。(福富)