

滑川忠夫先生に続く京大気象学の系譜

山元龍三郎

§1 はじめに

滑川忠夫先生は、1897年に神戸市で生まれ、1924年に京都大学理学部地球物理学科を卒業された。講師や助教授を経て、1947年に教授として地球物理学第3講座（気象学講座）を担当された。1960年に定年退官され、1975年に心筋梗塞で逝去された。享年77歳であった。

滑川先生が京都大学助教授になられた1929年以降、定年退官された1960年までの32年間に京都（帝国）大学理学部地球物理学科に在学して先生の指導を直接受けた卒業生は54名にのぼる。それに加えて、他大学、他学部や他学科を卒業後滑川先生の研究指導を受けた人は私の知る限り8名がおられるので、滑川先生の門下生は合計62名である。これらの門下生のうち、気象の分野（諸大学や気象庁・日本航空など）で研究・教育または業務に従事した人はおおよそ半分強の36名である。ここでは、滑川先生と先生の薫陶を受けた門下生に限って、研究活動について概説する。

§2 滑川先生の特に貢献された気象学の分野

滑川先生が first author の欧文論文の大部分は、1934～1938年の5年間に京都大学理学部紀要に発表されている。門下生に対する指導分野は広範囲に亘っており、次の4つのテーマに大別できる：(A)気圧微変動、(B)台風の構造、(C)微細気候、(D)大規模現象。

それらの具体的な研究テーマと研究者名は、以下に列記したとおりである。

(A) 気圧微変動：

- A-1 気圧波：滑川忠夫
- A-2 気圧波と高層大気：山元龍三郎
- A-3 核爆発による大気波動：山元龍三郎

(B) 台風の構造

- B-1 複合系（主副台風論）：B-1-1 主副台風論の提唱：滑川忠夫、青木滋一
- B-1-2 主台風と副台風：股野宏志
- B-1-3 温低化した台風：関岡満
- B-2 標準計画台風：B-2-1 モデル台風：滑川忠夫
- B-2-2 標準計画台風：光田寧

(C) 微細気象

- C-1 微細気象学の芽生え：滑川忠夫、高橋達敏
- C-2 接地気層の気候
 - C-2-1 微細気候の観測：高須謙一
 - C-2-2 地表面での熱交換：瀬尾琢郎
 - C-2-3 渦交換係数の算定：上田壽
 - C-2-4 超音波風速計の開発と渦相関法の確立：光田寧、
 - C-2-5 HEIFE：光田寧
 - C-2-6 住居の気候：東修三
 - C-2-7 植生を取り巻く微気候：村田茂三
- C-3 海上の微細気象
 - C-3-1 鹿児島湾海上の微細気候：高橋淳雄
 - C-3-2 AMTEX：光田寧
- C-4 局地（地形）気候
 - C-4-1 島の微細気候：木村悠
 - C-4-2 斜面下降風：是澤三郎
 - C-4-3 斜面下降風と霜害防止：佐橋謙

C-5 その他

C-5-1 非中立成層の接地気層論：川原琢磨

C-5-2 乱流理論：松岡春樹

C-5-3 人体からの放熱：尾崎良嗣

C-5-4 宝物保管庫の気候：永田四郎

(D) 大規模現象など：

D-1 山岳気象：中島暢太郎

D-2 ジェット気流：大井正道

D-3 温帯低気圧：織畑重太郎

D-4 地球温暖化：山元龍三郎

ここでは、時間が限られているので、滑川先生が特に力を注いでおられた(A),(B)の他、(C)の一部に限定して、研究内容を概説する。

§3 気圧微変動

海での「うねり」と同様に、大気中の激しい大規模擾乱の前兆として遙か離れたところで気圧微変動が観測されるだろうとの思惑から、19世紀後半に英国で気圧微変動観測が提案された。高層気象観測が手軽にできなかった当時では、大気上層の消息を知る有効な手段となるのではないかという期待があった。

観測される様々の変化のうち、周期が数分程度の規則的な振動(気圧波)の原因について、多くの研究者らは、不連続面での界面重力波が原因だと考えていた。一方、空気粒子の単純な鉛直振動の周波数すなわち現在 Brunt-Vaisala の振動数として知られている値が、通常、気圧波と同じ周波数範囲を占めることが指摘されたので、波動説は少し動揺するかに見えた。変形 Manometer の志田式微圧計の3点同時観測記録により、伝播速度を求めるなどして、滑川先生は界面重力波の可能性の高いことを明らかにされた。そして、気温減率を考慮した大気層の不連続面での界面重力波理論を構築された。その理論的取り扱いは、発表当時、国際的にも広く特に英国で話題になった。

気圧波のメカニズムについて決着をつけるためには、気圧波発現時の高層大気の状況把握が必須なので、ルーチン高層気象観測が実施され始めた潮岬での微気圧計観測を1952年から山元龍三郎が開始した。その結果、気圧波の発現時には、不連続のある気温プロファイルが確認され、波動特性が内部重力波の理論で説明できるなど、潮岬での観測の当初の目的をほぼ達成できた。

山元龍三郎が潮岬での観測を開始してから3年目の1954年3月に、今まで見かけなかった奇妙な波形の気圧微変動が記録された。その波形は、周期がおおよそ5分から1分程度の範囲の減衰振動であり、核爆発による大気波動の発見であった。これは、PTBT(部分的核実験禁止条約)における大気圏内での核爆発監視網の科学的基盤となった。この波動は大気潮汐と同じ acoustic-gravity wave の範疇に属するが、潮汐論とは異なり静力学的取り扱いが許されないので、鉛直加速度を考慮した波動論が展開され始めた。

§4 台風の構造

1934年に日本を縦断した室戸台風の観測データ解析がきっかけとなって、青木滋一の協力を得て、滑川先生は、日本に襲来する猛烈な台風は単一の渦ではなく、2つの渦の複合系だとする「主副台風論」を1936年に提唱された。この主張の骨子は次のとおりである。

規模の大きい渦(主台風)は、進行方向の右後方に、規模の小さい渦(副台風)を伴っている。上陸直後まで、この副台風は激しい勢力を持っているので、その中心が台風の見かけ上の中心となっている。上陸後、副台風は急速に衰えてその影響は小さくなるが、主台風はあまり衰えないので、その中心が台風の中心となる。

この説が提唱された以後の多く台風について、観測データの総観的解析が股野宏志により進められた。また、死者1100人以上を出した洞爺丸台風(1954年)を含めて、いわゆる台風の温低化(温

帯低気圧化)についても、関岡満により観測データが詳細に解析された。これらの解析により、主副台風論に準拠すると、総観的観測事実が円滑に解釈できることが示された。しかし、複合渦の力学的議論が進んでいないので、主副台風論は学界の定説となっていないのが現状である。

超高層ビルや長大橋の建設に際して、建造物の耐風強度設定のために、可能な最大風速の設定が不可欠である。滑川先生と光田寧はこの問題にいち早く取り組み、先駆的な研究を発表した。

§5 微細気象

滑川忠夫先生の大気境界層に関連した研究の芽生えは、1935年の論文で発表された湖水などの表面近くの水温の年変化に関する研究であった。水温の年変化については、それまで熱伝導の問題として、単一の渦伝導係数を用いた式を形式的に適用した取扱いが一般的であった。冬季、水面からの冷却による対流が等温層を引き起こしていることを考慮した取扱いを、初めて滑川先生と高橋達敏が提案し、観測事実の量的説明に成功した。さらに、滑川先生は1938年に、いわゆる **Ekman Spiral** の日変化について、渦粘性係数の日変化の影響を **explicit** に取り入れて、実測に近い結果を導かれた。これらは、その後の大気境界層の研究発展につながるものであった。

この微細気象の分野での滑川先生ご自身の論文は数少ないが、多数の門下生を指導されて多くの研究成果が生み出されたが、その主な成果を略述する。

高須謙一は、**mirror-galvanometer** により気温の短周期変化を記録して接地気層での交換係数の算定手法を開発し、草地や雪氷面など様々な地表面上の微気候特性を明らかにした。瀬尾琢郎は地表面での熱バランスなど様々の地表面と接地気層の微気候特性を把握した。さらに上田壽は複合熱線風速計を作成して風速の鉛直成分の変動を実測し、熱の乱流フラックスの観測に先鞭をつけた。

光田寧は、超音波風速温度計や赤外線吸収湿度計の実用化に成功し、それらを利用して、接地気層での熱などの鉛直フラックス算定の渦相関法を確立した。これは大気境界層観測の新しい時代の幕開けとなった。光田寧は、世界でも初めての砂漠での境界層観測を、日中協同研究として、中国ゴビ砂漠で実施するなど大きい成果を挙げた。

§6 終わりに

滑川忠夫先生の欧文論文の大部分は、1934～1938年の5年間の京都帝国大学理学部紀要に掲載されている。門下生に対する指導は気象学の広範囲にわたっているので、その全容をここでは示すことができなかったが、それらの成果の英文報告は **The Meteorological Notes**、2巻としてまとめられて、地球物理学教室図書室で閲覧できる。

滑川先生が上述したような幅広い研究・教育活動を進められた期間、京都大学の気象学研究室は滑川先生の担当されていた理学部気象学講座のみであった。筆者が引き継いで気象学講座を担当している間に、理学部附属気候変動実験施設（後に、物理気候学講座に移行）が新設された。他方、防災研究所には災害気候研究部門と暴風雨災害研究部門が設けられていたので、京都大学での気象学の教育・研究は4講座相当の研究室で進められてきた。これらの複数部局での活動を円滑に協力して進めるために、1977年以来、「京都大学気象学合同談話会」が毎年2回継続して開催されてきた。

滑川先生から筆者が耳にした志田順先生のエピソードを記して、この紹介の幕を閉じることとする。1930年代の志田先生のセミナーで、「気圧波はヘルムホルツ波です」と滑川先生が発言されたら、志田先生の反応は「君は神様か」という言葉であった。滑川先生が「多くの学者の意見です」と返答されたら、志田先生はさらに「そんな態度で研究ができるか」と注意されたそうであった。このエピソードを耳にした門下生の多くは、滑川先生の日頃の辛辣な発言の由来を察知できたと思った。