

農業気象学の発展を目指す或る名誉会員の回顧録



2001-2005 年会長

真木 太一

(日本農業気象学会名誉会員, 九州大学名誉教授,
日本学術会議連携会員, 北海道大学大学院農学研究院研究員)

1. はじめに

日本農業気象学会は 1942 (昭和 17) 年 10 月 31 日に創設され, 学会誌は 1943 年 6 月 15 日に 1 巻 1 号が刊行された。学会創立 50 周年記念式典が 1992 年に開催され, 学会誌 48 巻が発行された。そして学会創立 60 周年記念大会が 2002 年 8 月 7 日に東京大学弥生講堂で開催され, 真木会長の挨拶と久保名誉会員の「21 世紀の道すじ」の祝辞があり, 学会誌 58 巻が発行された。学会誌は合併号の発行により 2017 年 1 月に 73 巻 1 号が発行され, 2017 年 10 月に 75 周年を迎えた。

折りしも, 著者は 2017 年 4 月 29 日に叙勲「瑞宝中綬章」(教育研究功労) を受章しました。身に余る光栄であります。日本農業気象学会が研究の出発点であり, 学会に感謝申し上げます。大学生の時に学会に入会し, 2017 年で 55 年になりますが, 私の研究・教育の原点であります。会長・名誉会員も拝命しましたが, 歴代の学会長始め全会員の方々に感謝申し上げますとともに, 以前からの考えで, 寄付 (百万円) をさせていただきます。亡くなってからでなく生前に行うことにしました。

75 周年記念に当たって, 「生物と気象」への執筆依頼を受けました。会員の皆様方, 特に若い会員の方々に何がしかの参考になればと思い記述しました。本文では生い立ち, 種々の研究の発想と推進, 特に著者の国内・国際関連の研究事項について, 経験・印象に残ったことを述べます。

2. 生い立ちと研究経歴

生い立ちおよび学歴・職歴・学位: 著者は 1944 年 1 月, 愛媛県西条市で真木義明・スミヨ (真木は 1971 年 4 月に真木に改姓) の三男として誕生し高校卒業まで西条市で育った。1962 年西条高校卒業, 1966 年 3 月 19 日東京農工大学農学士「加工用トマトの栽培密度と微気象との関係」, 1968 年 3 月 27 日九州大学農学修士「植被層内外の蒸発散におよぼす風

に関する研究」, 1968 年 4 月農林省農業技術研究所, 1976 年 6 月 28 日東京大学農学博士「植被層内外の風に関する空気力学的研究 - 空気力学的パラメーターと植物群落高度との相互関係 -」, 1983 年 12 月農林水産省農業環境技術研究所, 1985 年 4 月四国農業試験場作目立地研究室長, 1988 年 10 月熱帯農業研究センター環境資源利用部チーム長, 1993 年 10 月農業研究センター気象災害研究室長, 1995 年 11 月農業環境技術研究所気象管理科長, 1999 年 4 月愛媛大学教授 (併任 2001 年度), 2001 年 4 月九州大学教授, 2007 年 4 月琉球大学教授, 2007 年 5 月九州大学名誉教授, 2009 年 4 月筑波大学客員教授, 2013 年 4 月国際農林水産業研究センター特定研究主査, 2015 年 4 月北海道大学農学研究院研究員～現在

国公立関係委員等: 日本学術会議会員 (農学基礎委員長, 2005 年 10 月～2008 年 9 月, 農学委員長, 2008 年 10 月～2011 年 9 月), 日本学術会議連携会員 (2011 年 10 月～2017 年 9 月, 2017 年 10 月～2023 年 9 月 (任期予定)), 国際協力事業団・国際協力機構青年海外協力隊等専門委員 (1993～2014 年), 日本学術振興会科学研究費委員会専門委員 (2002～2003, 2008～2012 年), 九州大学農学部分野長 (2002～2003, 2006～2007 年), 九州大学農学部部門長 (専攻長) (2003～2004 年), 大学評価・学位授与機構大学評価委員会委員 (2003～2005 年), 日本学術振興会特別研究員等審査会専門委員 (2003～2005 年), 気象庁農業気象情報検討委員会委員長 (2004～2005 年), 京都大学防災研究所自然災害研究協議会委員 (2005～2007 年), 大学評価・学位授与機構国立大学教育研究評価委員会専門委員 (2008～2009 年)

学会および役員等: 日本農業気象学会: 名誉会員 (2014 年 3 月～現在), 会長 (2001～2005 年), 副会長 (1999～2001 年), 理事 (2005～2007 年), 幹事長 (1989～1991 年), 常任評議員 (1989～1997 年), 関東支部長 (1997～1999 年), 編集委員会委員長 (1983～1985 年), 「新編農業気象学用語解説集」編集委員会委員長 (1995～2002 年), 日本農業工学会: 名誉顧問 (2012 年 4 月～現在), 会長 (2006～2009 年), CIGR (国際農業工学会) 国際シンポジウム 2011 組織委員

<http://agrmet.jp/wordpress/wp-content/uploads/2018-H-4.pdf>

2018 年 1 月 10 日掲載

Copyright 2018, The Society of Agricultural Meteorology of Japan

会委員長 (2008~2012 年), 日本沙漠学会; 名誉会員 (2014 年 5 月~現在), 会長 (2006~2011 年), 副会長・理事 (2000~2004 年), 評議員 (1998~2014 年), 「20 年の歩み」編集委員会委員長 (2009~2010 年), 日本生物環境工学会; 名誉会員 (2008 年 9 月~現在), 顧問 (2007~2008 年)

その他学会等: 日本気象学会, 日本熱帯農学会, 日本生物環境調節学会, 全国巨樹・巨木林の会, 學士会

国際・米国会: 国際農業工学会 (CIGR, 監査 2010~2014 年), 国際柑橘学会, 国際農業気象学会, 米国地理学会, 米国フロリダ土壌作物学会

海外活動: 第 11 次南極地域観測隊員「極高気圧の生成及び構造に関する研究」(1969 年 8 月~1971 年 4 月), 科学技術庁研究員 (フロリダ大学食料農業科学研究所) (1977 年 3 月~1978 年 2 月), 中国乾燥地研究等 (23 回, 1 年 5 ヶ月), その他海外約 300 日, 海外渡航 63 回, 33 ヶ国

叙勲・褒章・学会賞等: 日本農業気象学会賞 (1984 年 5 月), 農林水産省職員表彰 (20 年・30 年) (1988 年・1998 年 4 月), 日本農業工学会フェロー (2000 年 5 月), 国際農業工学会 2000 年世界記念大会功績賞 (2000 年 12 月), 日本沙漠学会論文賞 (2001 年 5 月), 日本農学賞・読売農学賞「防風施設による気象改良・沙漠化防止および気象資源の有効利用に関する農業気象学的研究」(2003 年 4 月), 紫綬褒章「農業気象学研究」(2005 年 4 月), 九州大学農学研究賞 (2006 年 7 月), 日本農業気象学会永年功労賞・フェロー (2010 年 3 月), 日本風工学会出版賞 (2012 年 5 月), 国際農業工学会功績賞 (2012 年 7 月), 日本生物環境工学会 50 年記念功績賞 (2012 年 9 月), 日本学術振興会科学研究費審査貢献賞 (2012 年 10 月), 日本生物環境工学会フェロー (2012 年 12 月)・国際学術振興賞 (2015 年 9 月), 瑞宝中綬章「教育研究功労」(2017 年 4 月)

出版編集: 『農業気象災害と対策』編集委員長 (養賢堂), 『新しい農業気象・環境の科学』編集委員幹事 (養賢堂), 『新編農業気象学用語解説集』編集代表, 『砂漠緑化の最前線』編集委員長 (新日本出版社), 『農学大事典』大項目編集責任者 (養賢堂), 『風の事典』編集委員長 (丸善出版), 『人工降雨- 渇水対策から水資源まで-』編集委員長 (技報堂出版), 『自然の風・風の文化』編集代表 (技報堂出版)

著作物: 原著論文 107 編, 著書 46 冊 216 編 (単著 12 冊, 代表共著 9 冊, 共著 34 冊), 学会・商業誌約 360 編, 資料等約 660 編, 学会発表約 410 件約 820 編, 講演約 220 件約 260 編, 新聞等約 240 編, テレビ・ラジオ 27 編, 表彰 33 編, その他約 500 編, 総計約 3230 編

3. 最初の海外研究—南極観測越冬隊員として—

九州大学修士課程修了後, 1968 年 4 月農林省農業技術研究所 (東京都北区西ヶ原) に入省し, 2 年目で南極に赴くことになった。南極観測越冬隊員として昭和基地で 1 年半越冬し, 「極高気圧の生成及び構造に関する研究」に従事し, 大気層の微細構造・乱流特性, 極地気候, 雪面微気象, 高層気象 (逆転層高度, オゾン濃度), 雪氷のドリフト形態等々の解明を行った (Maki, 1974; 1976)。

1969 年に世界で初めて南極に持ち込んだ超音波風速計によって, 超安定気層風, カタバ風 (2000 km の大陸奥地から吹く斜面下降風), プリザード (雪嵐) 風の乱流観測で,

極めて小さい乱れの強さ (乱流強度), エネルギー逸散率, 逆に擾乱時の大きい乱流強度等の定量化を行った。極地気象では, 特に接地逆転が強く, 接地面から高度が 1 m 上昇すると気温が 1°C 上昇する超安定気層状態になり, 雪面で -30°C でも 20m 高の観測鉄塔上では -10°C となる。風速が 1 m/s 増加すると気温が 0.5°C 上昇し, -20°C でも風速が 30m/s になると -5°C になるが, 体感温度では 1m/s で 1°C 低下するため -35°C に感じ, 強風だと地吹雪のため視界が効かなくなる恐れがある。

ドブソン計のオゾン量観測によると 1969, 1970 年は異常に低かった。1982 年に忠鉢繁ら (真木, 2000) が発見したオゾンホール (1979 年から発生) の先駆けだったが, 未発表で何の評価もなく, フロンガスの制限にも結びつかず貢献できなかった。南極では多くの書物を読み, 南極の次は沙漠と思う一方, 専門外の知見 (オーロラ, ロケット, 地質, 雪氷, ペンギン, 地衣類) を深めた。往路は豪州フリマントルに寄港し, 復路は南ア連邦ケープタウンから航空機でヨハネスブルグ, ケニア, フランス, イタリア, スイス, オランダ経由後, 北極通過で地球一周し, 米国アンカレッジから帰国した。

4. フロリダ大学食料農業科学研究所での研究

1977~1978 年に米国フロリダ大学に留学した (真木, 2015)。このパートギャランティでの海外研究は大変有意義であった。フロリダ大学食料農業科学研究所では, Prof. J.F. Gerber, Dr. L.H. Allen Jr., Prof. J.F. Barthoric 等に大変お世話になった。超音波風速計によるマツ防風林による整流効果としての乱流特性 (Maki & Allen, 1978) やオレンジ湖の顕熱・潜熱収支 (Bill *et al.*, 1980) を解明し, 大型防霜ファンやオーチャードヒーターによる寒害対策を調査した。1977 年はフロリダ州内で柑橘の寒風・霜害が大発生し, 強風地・盆地の柑橘が壊滅的な被害を受けた年で, 丁度, 日本の寒害に関する状況を柑橘国際シンポジウムで発表した (Maki, 1977)。

複数回のフロリダ州内旅行以外に, フロリダから東部海岸沿いにワシントン・フィラデルフィア・ニューヨーク・ボストン・ナイアガラ・デトロイト・シカゴ・ネブラスカ・リンカーン・ルイジアナ・ニューオリンズ・フロリダを車で旅行した。帰国時には荷物を引き払って, フロリダ・ニューオリンズ・テキサス・サンアントニオ・フェニックス・ロスアンゼルス・サンフランシスコの大陸横断旅行をしてハワイ経由で 2 月 28 日に帰国した。当日は悪天候で羽田での着陸に際して何度も空中で旋回し着陸できた。当時, 地下鉄が荒川中川橋梁上で竜巻による強風のため転覆し負傷者 23 名が出た時間だった。後で知って胸を撫で下ろした。

5. 植被層内外の風速分布と空気力学的特性

植被層上の風速分布は一般に中立成層状態の場合には対数法則式で表される (真木, 1984)。

$$u = (u_* / k) \ln \{(z-d) / z_0\}, \quad d + z_0 < z \quad \dots (1)$$

ただし, u : 風速, u_* : 摩擦速度, k : カルマン定数 (= 0.4), \ln : 自然対数, z : 高度, d : 地面修正量, z_0 : 粗度長である。 u と z_0 は経験的に独立に導入されたが, 観測結果から u ま

たは u_* と相関連する変化を明らかにした。植被層上と植被層内の乱流拡散係数を K_1 と K_2 とすると次式で表わされる。

$$K_1 = ku_*(z-d), h \leq z \quad \dots (2)$$

$$K_2 = c z_0 u (1-f), z_x \leq z \leq h \quad \dots (3)$$

ただし、 h : 平均植物高度、 c : 経験定数、 f : 植物の繁茂度、 z_x : 植被層よりも地表面の影響を強く受ける高度である。式 (1) の風速と式 (2)、式 (3) の拡散係数が植被面 ($z=h$) で連続であり、植被面で $f \neq 0$ と考えてモデル式 (4) を導いた。式 (4) は中立成層状態に近い場合に成立する関係式である。

$$\ln\{(h-d)/z_0\} = (k^2/c)(h-d)/z_0 \quad \dots (4)$$

次に、空気力学的パラメーター (d, z_0) と風速 u または摩擦速度 u_* との関係では、 u の増加につれて d は減少し、 z_0 は増加し、 $d+z_0$ は減少する。種々の植物群落、ガラス棒人工粗面群落等での観測・実験に基づいて、式 (4) の経験定数 c を算定すると平均 0.480 となり、全群落に適用可能な普遍定数 (真木の定数) を求め、植物、作物、森林、ビル等、全ての均一群落に適用可能な関係式を開発した。 $(h-d)/z_0 = A$ とおくと、式 (4) は $\ln A = A/3$ となり、非常に簡単な数式で表現できる。この時、式 (4) の $(h-d)/z_0 = A$ の解は 2 個 ($d = -1.86z_0 + h_e$, $d = -4.54z_0 + h_e$) あり、前者はトウモロコシ・テオシント・ガラス棒人工粗面群落に、後者はソルゴー群落に適用される。 h_e は有効植物高度であり、風速と拡散係数の垂直分布が植被層上と層内で急激に変化する空気力学的植物高度を示す。

また、空気力学的植被特性図 (粗面ダイアグラム) 上で、 d, z_0, h の座標点から植被の粗度、密度、高度の特徴を適切に説明でき、全群落を模式化した粗面ダイアグラムを提示した (真木, 1984)。

植被層内外の乱流特性として、物質エネルギーの交換・輸送機構と関連の深い植物群落内外の風の乱れ特性、各乱流要素の垂直分布が植物の種類、形態、密度等で、どう変化するかを明確にした。風速の水平縦 u 、水平横 v 、垂直 w の 3 成分の各乱流要素を求めた。 u 成分の乱流要素では、平均風速 u_b 、標準偏差 σ_u 、乱れの強さ σ_u/u_b 、オイラー自己相関係数、およびスペクトル密度、スペクトル密度の冪指数 (傾度)、スペクトル密度の最大エネルギー周波数、乱流の特徴的時間スケール、オイラー自己相関指数の傾度、エネルギー逸散率、最小乱渦、最大乱渦である。

6. 防風施設 (防風林・垣・ネット) による全気象条件下での効果特性解明

防風施設 (防風林・垣・網) の文献収集解読と書籍出版による教育普及: 国内外の防風施設の文献の収集を行い、国内では文献 2400 編を収集し、文献リスト集を出版した。これら国内外の情報をもとに防風施設を体系立てて集大成し、『風害と防風施設』(真木, 1987) を刊行した。

防風施設による冷害気象改善および作物生育・収量への効果特性解明と実用化: 防風ネットの物理・気象的特性評価を行うため、防風ネット前後の気圧・風速差を指標にしてネットの密閉度と関連付け、ネットの物理的基準化を行った。冷害発生地域 (北海道長沼) の水田で減風による昇温効果を定量的に評価し、晴天日に表面水温は 2.5°C、表

面葉茎温は 1.5°C の昇温で大きく、曇雨天日にも 1.0°C、0.5°C の昇温が認められる冷害防止効果を確認して、稲の生育促進 (草丈は最大 20cm、分けつ数は全面的に 5 本の増加) を確認した。ヤチダモ防風林でも効果を評価している。

防風林・ネットによる風の微細構造変化の乱流理論的解明: フロリダ大学のマツ防風林による風の微細構造を初めて超音波風速計で乱流変化を距離別に観測し、通過風速と密閉度との関係や吹き上げ・下ろし風の微細な気流構造特性を解明した。牧草地での風向変化による減風効果差を評価し、乱れの強さ、歪度、尖度、エネルギー逸散率の乱流特性を定量的に算定し、防風林による効果差を物理的・定量的に解明した。防風ネットの整流作用をネットの微細メッシュによる乱流特性として、防風ネットが防風林より風下への持続効果が長いことを乱流理論から解明した。

防風施設による乾燥気象改良と乾燥地の作物栽培効果の解明: 乾燥地での作物栽培は防風林が不可欠である。中国でタマリスク、沙棗、胡楊、ポプラの防風林による風速、気温、湿度、地温への気象改良効果を定量的に解明し、ワタ、コウリヤンの生育や品質向上への効果解明や沙漠の乾生植物の葉温を指標にした植生の活性度との関係解明で、気候緩和効果評価に成果を挙げた。

防風林・ネットによる沙漠の飛砂防止・堆砂現象の特性解明と沙漠化防止・緑化推進: 砂漠における飛砂の防風効果を防風林・ネットによる減風量と密閉度との関係や乾燥地の昇温・降温の変化特性や強風害、風食、堆砂特性を解明して、砂丘地域への防風施設導入の基礎を築いた。特に、草方格を含む防風施設に関する研究成果は、中国タクラマカン沙漠を南北の沙漠道路建設保護に対する裏付けデータとして、その実用化および多くの沙漠化防止・緑化に貢献できた。草方格はアシワラ、ムギワラ等による碁盤目状の防風施設であるが、黄河沿いの鉄道・道路やタクラマカン沙漠道路の保護用に経験的に導入され、防砂・風食防止効果を果たしたが、その効果原理や微気象的特性は未解明であった。微気象測定用小型精密気象測器による風向、風速、気温、地温等の微気象改良や飛砂移動量から効果メカニズムを解明した成果は、啓蒙・普及に役立った。

7. 冷気流と斜面温暖帯の気象特性解明および局地気象資源の有効利用

愛媛県西条市のハウレンソウ栽培地域に吹く風、アラセ (真木・黒瀬, 1988) は、西日本一の石鎚山 (1982m) 山麓斜面を重力によって流れる局地風 (冷気流) であり、南極大陸の斜面下降風 (カタバ風) の実測特性解明から同じ気象原理を確認した。晴天の静穏、夜間の山麓域では、冷気流の「冷」の名称に反して相対的に高温乾燥風が吹くため、気象資源の有効性を提示した。冷気流の経験的な利用で高品質で多収の野菜栽培が行われ、露・霜による凍霜害や病害虫の減少および収穫調整の有利さで産地化した経緯を局地・微気象的データから解明した。

傾斜地では冬季、夜間の弱風時には逆転気層が発達して斜面温暖帯が形成され、高温層の気象資源が利用可能である。冷気流や斜面温暖帯が温度資源を多く持つことに注目して、作物の放射冷却を抑え、凍霜害防止による冬作物への効果を、最先端のリモートセンシング熱画像 (サーモト

レーサー) を初めて局地気象観測に導入し、可視化評価解明を行った。観測技術は、西条市神戸地域、香川県高瀬町高瀬盆地、善通寺市大麻山、飯野山(讃岐富士)等の観測でも、その威力を遺憾無く発揮した。

8. 中国での砂丘と黄砂の移動特性および沙漠とオアシスの気候評価解明

海外渡航 63 回の 1/3 が 1990~1996, 2001~2008 年の中国乾燥地域であり、数十編の論文を執筆し、書籍も 5 編発行した(真木・真木, 1992; Maki *et al.*, 1993; 1994; 真木, 1996; 1998)。

中国での研究は、乾燥・沙漠での微気象観測による熱収支・水収支、気候特性評価、気象改良等であり、①防風林・防砂垣(ネット)による気象改良、②農地での複数列の防風林の微気象的評価と作物収量・品質の改善、③草方格の微気象改良と防砂効果による沙漠化防止と植生回復・緑化の推進、④カレーズ(地下灌漑水路)の気象・水象と風穴との関連特性、⑤各種砂丘の移動特性、⑥タクラマカン沙漠・砂丘の移動評価(長年各地で踏査調査した大砂丘移動データと人工衛星画像との結合)である。特に、③は大々的な草方格普及の裏付け資料・成果となった。

タクラマカン沙漠やトルファン乾燥地の砂丘の移動速度・方向・頻度特性や沙漠とオアシスの顕著な気象的差異の解明に多くの成果を残した。これらは近年の乾燥地の地球温暖化や黄砂発生メカニズムの解明と定量化の基礎情報となり、特に 2000~2002 年の黄砂の激増が人為的沙漠化に起因する状況を評価解明した。飛砂ダストは、沙漠よりもオアシスでの発生回数が多い現象(暴風時には沙漠の方が多くなる, 真木, 2012a)を、沙漠化とともに 2002 年 3 月と 5 月に NHK テレビで放映・解説した。その発生原因には中国乾燥地の沙漠化が関与し、また農地は春季に耕耘して地表面が膨軟になり、弱風でも飛びやすくなる以外に、農地の方の気温が上がりやすく、気温上昇で上昇気流が発生して、つむじ風によって砂が巻き上げられやすいことも関与している。

9. 盆地気流と風穴気流の気象特性および気温・植生の逆転特性の解明

累石風穴には冷風穴と温風穴がある。夏季と冬季で風穴内気流の風向が逆転し、また春秋時には昼夜で風穴内風向が逆転する。これを山形県天童市ジャガラモガラ風穴で解明し、夏季の入口と冬季の出口を特定し、①盆地の気温・湿度分布の高度別逆転現象、②盆地外からの冷気流入で蓄積する停滞気層、③盆地内部での放射冷却、④盆地底部からの冷気の吹き出しに起因する極度の低温化機構を解明して植生逆転現象(春季の開花時と秋季の紅葉時の高度別逆転現象と盆地底部での高山植物の存在・生育)を微気象的に解明した。春夏季の低温の温度資源量の評価と有効利用、風穴盆地内の高山・固有植生保護、風穴保存や観光資源、教育資源の有効利用を提示した。愛媛県重信町の皿ヶ峰でも風穴気象特性を解明して気象・温度資源の評価を行い、ヒマラヤのケシの観光資源利用の有効性を推奨した。宮崎県高千穂町祖母山の巨岩隙間風穴の機能低下を報告し、秋田県長走風穴や福島県中山風穴でも寒冷地・高山植

生を確認した。

10. 最近の黄砂・竜巻・人工降雨等の研究

最近の黄砂・竜巻・人工降雨に関する研究では、中国からの黄砂が口蹄疫を運ぶ現象、竜巻の発生と小地形との関連性、逆転層や小地形による人工降雨への影響などの閃きが研究上、重要であった。

黄砂と口蹄疫: 2010 年 4~7 月、宮崎県での 29 万頭の大型家畜の殺処分は悲惨であった。その原因の口蹄疫ウイルスは黄砂が運んできたことと推測され、2010 年 3 月 26 日発生(4 月 20 日確認)の口蹄疫は 3 月 16 日、21 日の黄砂であると特定した。中国甘粛省発生(豚)の口蹄疫ウイルスが黄砂に付着して上空の降雨・高湿気流の輸送によって、山西省で落下・発病させるとともに、1 日飛行距離(風速 20m/s の輸送時間)に相当する宮崎において、同じ O 型の口蹄疫を落下・発病させた。ウイルスの潜伏期間、現地の黄砂発生直前の降雨と宮崎の黄砂飛来直前の降雨(上空での高湿による石膏結晶化現象)や気流の後方流線解析結果とも合致しており、DNA の遺伝子解析(沖縄、福岡、つくばで口蹄疫ウイルス確認)からも原因が解明されたと推測している。現地では牛よりも 2000 倍の感染力のある豚の発病が重大であり、豚の埋却・管理も関与し、中国での埋却処理の失敗と日本での初期段階処置の失敗もあった。口蹄疫の発生は確率が低いが、原因は完全な繋がりによる黄砂口蹄疫ウイルスの飛来による発病と地上風による蔓延である。今後、確率の低い現象ではあるが、必ず再び発生する科学的説明の付く現象を認識する必要がある(真木, 2012a)。

最近の黄砂の特徴と今後の方向性: 半世紀 50 年間の黄砂の発生状況は、全体的には増加しており、特に前述した通り 2000~2002 年および 2010 年の多発状況は特徴的であった。しかし、2010 年を境に 2017 年まで黄砂は顕著に減少している。このことは大変喜ばしいことである。一方、北京・天津・上海等の大都市では大気汚染物質や PM 2.5 が増加している。これらは黄砂に付着して韓国・日本に輸送されて光化学オキシダントを発生させる憂慮すべき問題である。

さて、最近の黄砂の減少に戻ると、黄砂は地球温暖化で従来の沙漠地域で都市化も関与して、ある地域では降水量が幾分増加している可能性がある。また、例えば蘭州空港と中心都市を結ぶ幹線道路の両側は草方格で被われ緑化され、防風林が整備されている。最近では寧夏回族自治区靈武地域では広大な砂丘地が緑化されてきている。著者が 2004~2008 年に調査観測した靈武地域では、特に草方格の設定と植林により急激に緑化されており、実にそのスピードは速く見事である。これらの事例のように緑化が推進しており、この結果として、あの広大な中国大陸からの黄砂発生は減少していると判断される。もちろん中国内での黄砂の舞い上がりは、現在でも相当頻繁に発生しているが大規模、長期間の黄砂は圧倒的に減少している。一方、モンゴルでは沙漠化が進行し、開発の波が押し寄せ加速している。最近の日本の黄砂の発生状況は、本州で減少する一方、北海道で増加している。最近 25 年間と前 25 年間を比較すると北海道では黄砂延べ日数は約 5 倍に達している。これにはモンゴルからの直接の飛来も多く確認されている。

2016, 2017 年は黄砂シーズンの 3 月は全く発生しなく、2016 年は 4~5 月に 11 日間であり、2017 年は 4 月もなく 5 月 6~8 日の 3 日間で非常に少ないが、地点数としては関東以外で広範囲に発生した。

竜巻：2006 年の宮崎県延岡市での竜巻発生と被害報告書(科研費突発災害研究代表, 2006 年台風 13 号に伴う暴風・竜巻・水害の発生機構解明と対策に関する研究)では、複数個の竜巻発生と半島・島による風のシア(風向・風速変化)の増大と気流変質による竜巻の発生原因、強風雨による各種被害特性評価、潮風害と防風林特性等々を解明した。なお、2006 年には上陸台風 10 個の新記録に対してのコメント(統計期間前年の 1950 年には 11 個上陸)を NHK テレビで解説した。また、2012 年 5 月 6 日のつくば市での竜巻はフジテレビで解説した。

火災旋風：1923 年の関東大震災時の被服廠跡地での竜巻(火災旋風)による 4 万人もの焼死と竜巻の発生挙動との関連性を解析し、火災による高熱源と隅田川の冷熱源との気温差による竜巻渦の強化が、猛烈な火災および蒸発冷熱源上での渦の誘因とその取り込み現象発生との関連性を導いた。その閃きの発生現象を模型実験(関東大震災における被服廠火災旋風の模型実験, 関本, 2012)の解析結果から統合的に解明した(真木, 2013 年 5 月, 沙漠学会発表)。

液体炭酸人工降雨実験：液体(液化)炭酸人工降雨法(考案：福田矩彦)の航空機散布実験は 1999, 2006, 2007 年に北九州で実施され成功している(真木ら, 2012)。最近では 2012 年 2 月, 2013 年 3, 5, 12 月等の実験で成功しており、東京都伊豆諸島三宅島・御蔵島・新島付近での 3 回の実験では、氷点下の雲への液体炭酸散布後の雲の反応として、①逆転層がない対流雲での高高度の雲の発達と雨脚・衛星画像評価での二次・三次的発達雲(数時間継続降雨の発生メカニズム)のレーダー解明(Maki *et al.*, 2013; 真木ら, 2015)、②気温逆転層がある場合の雲の発達・即効的(20~30 分後)雨脚(尾流雲, virga)発生と雲の消滅の可視化およびレーダー・人工衛星での評価解明(Maki *et al.*, 2014)、③新島・御蔵島付近での液体炭酸散布による人工降雨の雲の発達・消滅の人工衛星での解明(Maki *et al.*, 2016)の事例がある。④愛媛県西条市(北四国)の散布実験ではレーダー・衛星画像評価と風下 90 km に及ぶ陸上(徳島・高知県)の実降水量評価解明(Maki *et al.*, 2015)、⑤佐賀県唐津市の散布実験では福岡県福津市・宗像市・北九州市・山口県下関市の風下 100km に及ぶ降雨レーダー・実降水評価解明(Maki *et al.*, 2018)の事例がある。

さらには、⑥ 2013 年 5 月の名古屋の南方、志摩半島沖での NHK チャーター機による人工降雨実験結果は、7 月 3 日に NHK「ためしてガッテン」で放映された。最近の実験では 10 戦全勝である。実験では 1 回の降雨量は 100~5000 万トンであるが、事業として行う場合には、雲への連続散布により 1 億トン程度の降雨資源は、気象条件が整えば難なく可能であると推測され、採算ベースに乗ると思われる。そして、液体炭酸法が世界、特に乾燥地域に普及することを願っている。

11. 地球温暖化と森林火災

温暖化ガスの増加によって地球温暖化は進行している。

その進行過程で、一時的に気温上昇が停滞したハイエイタスが終わり、今後確実に上昇することが推測される。その中で 2010, 2016 年は、前年までのエルニーニョと当年のポスト・エルニーニョで、かつ 2015 年は南米で火山が爆発しダストが大量に飛散したことや太陽黒点数の影響も関与して、冷夏・冷害を予測していた。

2010 年は地球温暖化のもと 4 月にエルニーニョが終息したが、引き続きポスト・エルニーニョで、7 月からはラニーニャが発生した。結果的には、①米国中西部、②ロシア西部・欧州東部、③日本周辺域では地球規模の 3 波現象で異常高温となった。この原因は、特に②ロシアのモスクワ郊外の極めて広大な長期間(5~8 月)の森林火災が発生したためと推測される。この森林火災による燃焼熱と焼け跡に残る黒色の墨による太陽熱の吸収による高温・乾燥化によって、大規模な長期間の気候変化が発生した。この結果は夏季 6~8 月の世界の気温分布(気象庁)に明確に示されている。また 2016 年 6 月もエルニーニョ等、同様な現象で、①米国南西部とカナダ中西部、②欧州西部、③ロシア・シベリア、中国中西部、日本が異常高温となった。これは①カナダ南西部アルバータ州(5~6 月)とほぼ同緯度のカリフォルニア(6~8 月)の大規模、長期間の森林火災、②ロシア・シベリア(6~9 月)の大規模、長期間の森林火災によるとされる。森林火災は中気象から大気象に影響を与えるほどであり、半人為的な影響作用が地球規模の気象・気候変化を起こし得ることの重要性が確認できた。

さて上記の研究のように、研究課題は広範囲に振れたが、著者の永年の研究は風についてであり、全て風(気象)に結び付き、風が最重要キーワードである。その中で無関係と思われる現象の結び付きや関連性の閃きが契機になることが多いが、それには多くの見聞経験が役立っている。

12. 国際シンポジウムとの関係

国際シンポジウムは、DCVF「50 周年記念国際シンポジウム」(1992 年 10 月 13~16 日, 研究交流センター, つくば)では組織・財務委員・事務局次長として、FPEI「地球温暖化下における食糧生産と環境改良に関する国際シンポジウム」(1996 年 7 月 30 日~8 月 2 日, 宇部全日空ホテル)では本誌編集委員長として活動した。FPEC「地球環境劣化下の食糧生産と環境保全に関する国際シンポジウム」(2004 年 9 月 7~11 日, 福岡国際会議場)では組織委員長として活動し成功裡に終了した。ISAM2008(3 月 21~22 日, 海峡メッセ下関)からは毎年開催に定着し数回発表した。

国際農業工学会(CIGR)国際シンポジウム「持続的生物生産-水, エネルギー, 食料-」を 2011 年 9 月 19~23 日, タワーホール船堀(東京)で開催した(真木, 2012b)。主催は日本農業工学会, 日本学術会議, CIGR, 組織体制は日本学術会議 CIGR 分科会(委員長), 日本農業工学会 CIGR 国際シンポジウム 2011 組織委員会・実行委員会(両委員長)であり, 参加国数・人数 22ヶ国, 国外 54 人, 国内 216 人, 市民等 480 人, 合計 750 人。口頭発表 63 題等, 講演計 219 題であった。

日本学術会議から運営経費が計上され, 学術的には成功裡に終わったが, 2011 年 3 月 11 日の東日本大震災(地震・

津波・放射能飛散・風評被害) や台風に襲われ、厳しい会計収支であった。

13. おわりに

著者は 2005~2011 年に日本学術会議会員で、農学基礎・農学委員長、CIGR 分科会委員長、農業生産環境工学分科会委員長、風送大気物質問題分科会委員長等であり、委員長として「対外報告」・「報告」を 6 編発出した。この間、九州大学教授、琉球大学教授、筑波大学客員教授であった。現在は日本学術会議連携会員で、引き続き 2023 年 9 月までの任期である。研究業績集「五十年間の研究の歩み」では、研究歴(学会・表彰歴)、学会役員・委員歴等を収録した(真木, 2014)。

総合的な評価から、学会では日本農業気象学会・日本沙漠学会・日本生物環境工学会の名誉会員、日本農業工学会の名誉顧問となっている。そして 2005 年 4 月に紫綬褒章、2017 年 4 月に瑞宝中綬章を受章した。紫綬褒章で内閣府日本学術会議会員に選考された可能性が高く、また叙勲では日本学術会議会員・農学委員長・連携会員(国家公務員)等が評価されたことで、大学の学長経験者や優秀な大学名誉教授よりも早く受章できたことはラッキーであり、感謝申し上げます。

九州大学大学院では恩師武田京一先教授(真木ら, 2011)に巡り遭えて安泰と思っていた。1971 年に南極から帰国して病床を見舞った時、「真木君ほど(先生と比較して)太っていたら良いのに」との言葉が最後になった。先生はまもなく現職最後の年 63 才で他界され、大変落胆した。自分自身で頑張らなければと思い直した。学位は取らなければと思う一方、九州大学には出せなかった。幸いにも苦労はあったが、東京大学の齊尾乾二郎・上村賢治先生等のお陰で農学博士の学位を取得できた。両教授に感謝申し上げます。学位は貴重な研究のパスポートとして活かすとともに、その後も研究に励み自分なりに、こつこつと成果を積み重ねてきた。当然であるが努力が大切だと思っている。そして鶏口牛後(寧鶏口(鶏頭)と為るも牛後と為るなかれ(と))を頭の端に留め護ってきている。

趣味は旅行、写真(沙漠の写真集等)、登山である。その登山は、日本百高山(国土地理院認定)の 3000m 以上の 21 座は 2013 年、2900m 以上の 32 座は 2014 年に、百高山および日本百名山(深田久弥選定)の各 70 山は 2015 年に、そして 2016 年 9 月 3 日の羅臼岳を最後に、百名山を踏破した。一方、百高山は現在 88 山まで達しているが、2700m 前後の高山はルートが悪く危険であり、高齢で体力、気力も減退しているため、達成は厳しくなっている。なお、百高山の 50 座までに、気象(風)・自然・文化・歴史・品位から選定した 50 座を加えた「真木の百名山」(真木・真木, 2014)を提案しているが、すでに達成している。関連して、「山の日」(8 月 11 日)が 2016 年に指定されたが、山道の荒廃、道標の不備等に関して、環境省に申し入れを行った。道案内の、基本の基本である方向(矢印等)の設定である。国立公園内では良いが、2600~2800m の高山道の要所、要所に設定して欲しいものである。海外ではユングフラウヨッホ 3571m、中国チベット高原入口(崑崙山口) 4772m、パミール高原コングル山脈の 4200m 程度である。

若い人にと書いたが、幾つかは参考になるかと思っている。自分が広く経験したこと、広い知人は自分自身では大いに有益であった。広いとは友達・知り合いを多く作ることだと思(当然親友も必要)。大学・大学院での友達や就職後には研究者仲間以外に専門外の研究者との関係、特に複数の学会関係者、農学関係では農水省の研究者や大学の教育・研究者との交流は有益で、農学賞等々の受章に役立ったかと思っている。最後に記述しておきたいことは、研究上での閃きが非常に重要であることである。これには長年の研究歴が重要であるとともに、広い知識・経験、地球規模での見聞からの直感的・達観的な経験の結合が貴重であると思っている。常に目的を持って研究等々に励んで欲しいと思っている。日々の研鑽を期待している。最後に、75 周年記念事業計画を推進し、執筆依頼された本学会会長・九州大学農学研究院北野雅治教授に感謝致します。

引用文献

- Bill RG Jr, Cook AF, Allen LH Jr, Barthoric JF, Maki T, 1980: Predicting fluxes of latent and sensible heat of lakes from surface water temperatures. *Journal of Geophysical Research* **85**(C1), 507-512.
- Maki T, 1974: Turbulence characteristics and micrometeorological structure of atmospheric surface layer in stable stratification in Antarctica. *Memoirs of National Institute of Polar Research Meteorology* **B2**, 65 pp.
- Maki T, 1976: Aerodynamic characteristics of wind within and above a plant canopy - Interrelationship between aerodynamic parameters and plant canopy height -. *Bulletin of National Institute of Agricultural Sciences* **A23**, 1-67.
- Maki T, 1977: Forecasting procedures and technical methods of cold protection in the Japanese citrus industry, *Proceedings of International Society of Citriculture*. pp.192-196.
- 真木太一, 1984: 耕地風の微細気象学的特性に関する研究. *農業気象* **40**(2), 187-192.
- 真木太一, 1987: 風害と防風施設. 文永堂出版, 東京, 301 pp.
- 真木太一, 1996: 中国の砂漠化・緑化と食料危機. 信山社, 東京, 191 pp.
- 真木太一, 1998: 緑の沙漠を夢見て. メディアファクトリー, 東京, 128 pp.
- 真木太一, 2000: 大気環境学 地球の気象環境と生物環境. 朝倉書店, 東京, 140 pp.
- 真木太一, 2012a: 黄砂と口蹄疫 - 大気汚染物質と病原微生物 -. 技報堂出版, 東京, 197 pp.
- 真木太一, 2012b: CIGR (国際農業工学会) 国際シンポジウム 2011 持続的生物生産 - 水, エネルギー, 食料 - 報告書, 48 pp.
- 真木太一, 2013: 1923 年関東大震災時の被服廠跡地での火災旋風(竜巻)の副次的発生原因, 日本沙漠学会学術大会講演要旨集 **24**. pp.13-14.
- 真木太一, 2014: 五十年間の研究の歩み「気象環境・農業気象・人工降雨・黄砂・大気汚染等の研究業績集」. 国際農林水産業研究センター, つくば, 100 pp.
- 真木太一, 2015: 「気象環境学」研究人生の流転の果てから. *植物環境工学* **27**(3), 117-123.

- Maki T, Allen LH Jr, 1978: Turbulence characteristics of a single line tree windbreak, *Proceedings of Soil Crop Science Society of Florida* **37**, pp.81-92.
- 真木太一・黒瀬義孝, 1988: 愛媛県西条市のホウレンソウ栽培地域に吹く局地風アラセの特性解明. *農業気象* **43**(4), 311-320.
- 真木太一・真木みどり, 1992: 砂漠の中のシルクロード. 新日本出版, 東京, 206 pp.
- 真木太一・真木みどり, 2014: 自然の風・風の文化. 技報堂出版, 東京, 164 pp.
- Maki T, Du M, Pan B, 1993: The effect of windbreaks on meteorological improvement and the prevention of wind erosion. *Journal of Agricultural Meteorology* **48**(5), 683-686.
- Maki T, Morita O, Nishiyama K, Suzuki Y, Wakimizu K, 2015: An artificial rainfall experiment based on the seeding of liquid carbon dioxide by aircraft on December 27, 2013, at Saijo, Ehime, in the Inland Sea of Japan. *Journal of Agricultural Meteorology* **71**(4), 245-255.
- Maki T, Morita O, Suzuki Y, Wakimizu K, 2013: Artificial rainfall technique based on the aircraft seeding of liquid carbon dioxide near Miyake and Mikura Islands, Tokyo, Japan. *Journal of Agricultural Meteorology* **69**(3), 147-157.
- Maki T, Morita O, Suzuki Y, Wakimizu K, Nishiyama K, 2014: Artificial rainfall experiment by seeding liquid carbon dioxide above the Izu Islands of Tokyo on March 14 in 2013. *Journal of Agricultural Meteorology* **70**(4), 199-211.
- 真木太一・守田 治・鈴木義則・脇水健次・西山浩司, 2015: 液体炭酸人工降雨法の普及に向けて - 2013年の液体炭酸散布による人工降雨実験事例 -. *学術の動向* **20**(2), 88-93.
- Maki T, Morita O, Suzuki Y, Wakimizu K, Nishiyama K, 2016: Artificial rainfall experiment by seeding of liquid carbon dioxide above the Izu Islands of Tokyo on December 15-16 in 2013. *Journal of Agricultural Meteorology* **72**(3-4), 116-127.
- 真木太一・新野宏・野村卓史・林陽生・山川修治, 2011: 風の事典. 丸善出版, 東京, 267 pp.
- Maki T, Nishiyama K, Morita O, Suzuki Y, Wakimizu K, 2018: Artificial rainfall experiment involving seeding of liquid carbon dioxide at Karatsu in Saga. *Journal of Agricultural Meteorology* **74**(1), to be published.
- Maki T, Pan B, Du M, Nakai M, Uemura K, 1994: Effects of forest windbreaks deploy in arid lands, Turpan, North west China 1, 2. *JIRCAS Journal* **1**(1), 29-45.
- 真木太一・鈴木義則・脇水健司・西山浩司, 2012: 人工降雨 - 渇水対策から水資源まで -. 技報堂出版, 東京, 176pp.
- 関本孝三, 2012: 火災旋風 2, YouTube, <https://youtu.be/LZ47DtWIGJs> (アクセス日: 2017/12/17)