

# 2010年奄美豪雨による農業被害に学ぶこと

農学部 角 明夫

## 1. はじめに

平成22年10月18日午後から降り始めた雨は20日午後11時までに奄美市住用で825mm、名瀬で678mmに達し、奄美市、龍郷町、大和村など奄美大島の各地に大きな爪痕を残した。気象庁の調べによると2008年8月31日までに限ってみても、最大1時間降水量の歴代全国ランキング20のうち7観測値は2000年代、5観測値は1990年代に見いだすことができる。かつて驚きをもって耳にした1時間降水量100mm超という報道も恐ろしいことに耳馴れてきた感さえある。しかし、それによって発生する人的、社会的被害は依然として極めて深刻である。我々は未だにその被害を克服するに至っていないが、過去の災害から学んだ情報を残すことは未来に向けての責務とも考える。著者に課せられた‘農業被害’調査から考えたことを記すことでその一端でも担えればと念じている。

## 2. 平成22年奄美豪雨による農業被害の概要

表1に、奄美大島の農業概要を示した。収穫面積からみるとさとうきびで最も大きく、果樹と野菜がそれに次ぐが、農業産出額は果樹で最も大きく奄美大島全体の1/3強を占める。これに野菜からの産出額を加えると全体の6割を超す。収穫面積では半数近くを占めるさとうきび生産からの産出額は約1/4に過ぎず、しかもその約82%は奄美市笠利町からのものであった(平成17年度)。奄美市名瀬と住用、瀬戸内町における第1の基幹作物は果樹類であって、龍郷町、宇検村、および大和村においても果樹栽培は重要な産業となっている(農業産出額第2位)(鹿児島県調べ)。

表1 奄美大島の農業概要(平成17年、鹿児島県調べ)

		収穫面積(飼育頭数) (haあるいは頭数, %)		農業産出額 (×100万円, %)	
耕 種 部 門	野菜	304	(17.8)	513	(24.3)
	さとうきび	799	(46.8)	568	(27.0)
	花き	17	(1.0)	95	(4.5)
	果樹	486	(28.5)	783	(37.2)
	葉たばこ	-	-	-	-
	その他	102	(6.0)	148	(7.0)
計		1,708	(100.0)	2,107	(100.0)
畜 産 部 門	肉用牛	(2,470)	-	470	(61.8)
	豚	(1,280)	-	49	(6.4)
	鶏	(65,443)	-	225	(29.6)
	その他	(967)	-	16	(2.1)
	飼料作物	215	-	-	-
計		215	215	760	(100.0)
合計		1,923	1,923	2,959	1,923

\* ラウンドの関係上、計と一致しない場合がある(市町村報告)。

表2 平成22年奄美豪雨による作物別被害等(出典,「鹿児島県現地対策合同本部」報告資料)

作 目	被害面積 (ha)	被害額	
		(×千円)	(%)
野 菜	76.1	63,529	(29.3)
果樹および樹体	118.9	139,081	(64.2)
工芸作物	2.5	1,191	(0.5)
飼料作物	6.6	3,114	(1.4)
花き	0.3	1,430	(0.7)
畜産		4,160	(1.9)
在庫品, その他		4,278	(2.0)
-----			
農作物等被害計		216,783	(100.0)
施設被害		32,407	407
合 計		249,190	190

農業被害がこの奄美大島の最重要農産物である果樹類に集中したのはある意味で当然のことであったのかもしれない(表2参照, 平年値に対する被害面積率と被害率でそれぞれ約25%と20%)。この状況は, 水害による農業被害といえば水稲被害に集中しがちな県本土とは対照的である(角ら1994, 角ら1995, 角ら2002, 角2007)。

### 3. 農業気象災害の中での水害の特性

気象災害は急性的災害と慢性的災害とに区別される(真木1991)。急激な気象変化によって限界値以上, または以下になった場合に短時間に発生する気象災害が急性的農業被害である。状況として激しい被害をもたらす場合が多く, 単に限界値を一時的に上まわるか下まわるかで決定的な気象災害となる場合がある(真木1991)。雪害, 凍霜害, 強風害などがこれであり, 水害もこれに含まれる。一方, 慢性的気象災害とは限界値(多くは比較的幅がある)以上または以下の気象条件が常時, 継続的, または間欠的に加わって発生する気象災害を指す。したがって, 限界値を小幅に数回上まわるか, 下まわるかの気象では被害とならないが, 回数多く積算することによって発生する(真木1991)。遅延型冷害や干害がこれにあたる。

著者は, 農業被害対策を考えるにあたって, 上記の‘急性的⇔慢性的’の視点に‘生命尊重’というごく当然の視点を加えておきたい。基幹食糧をコメに依存する我が国において最も深刻な農業気象被害の一つとなっている冷害を例に考えてみよう(図1)。冷害は, わが国の歴史上しば

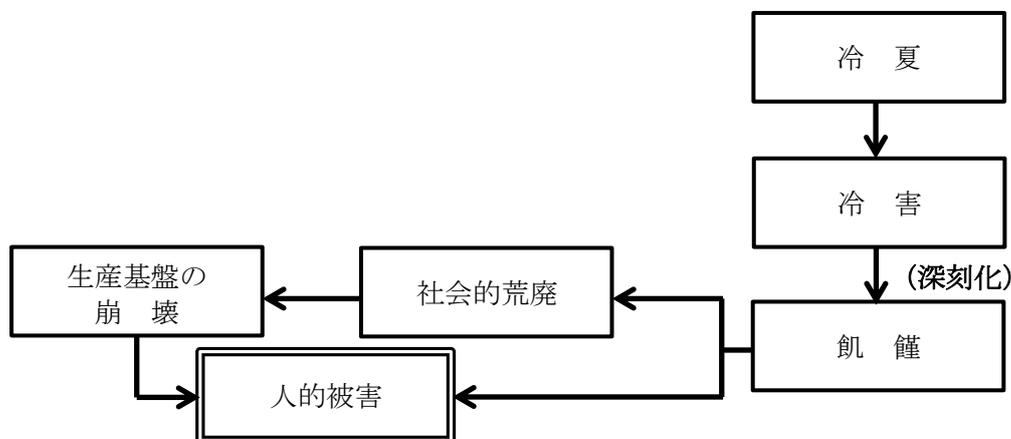


図1 冷害の社会的影響様式(概念図)。

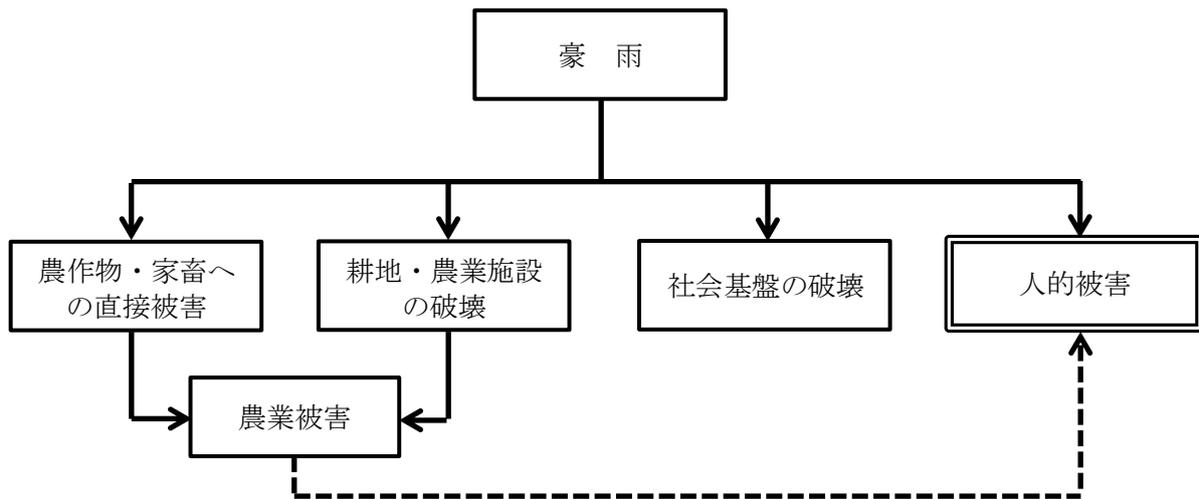


図2 水害の社会的影響様式 (概念図).

しばしば深刻な大飢饉と社会的混乱をもたらした大災害であり、夏季の低温によって引き起こされる。低温によって、 $m^2$ 当たりの収量が減少することに加えて登熟期間が秋冷期にずり込み、登熟歩合が低下することによって生ずる遅延型冷害と低温感受性の大きい穂ばらみ期および出穂開花期～登熟初期の低温に遭遇することで不稔が多発する障害型冷害とに大別される。出穂後40日間の平均気温が $17\sim 16^{\circ}\text{C}$ 以下になると実用上収穫皆無となり、また何れの品種においても危険期の気温が $17.5^{\circ}\text{C}$ を下回ると障害が発生するとされる(岩切 1991)が、いずれにしても生命に直接深刻な危険を及ぼすほどの‘低温’ではない。被害が深刻化し食糧が不足することで人命が蝕まれ、社会的混乱さらにそれに付随して生ずる生産基盤の崩壊が人的被害を一層助長する。そこでは被害を軽減させるために採られるあらゆる営農的・気象的対策が人的被害を減らすうえでの合理性を備えている。

他方、風水害の場合においては、その影響が道路、交通、上下水道、通信など広範囲に及ぶ。農業面からの被害発生形態をみると、①農作物の侵・冠水、埋没ならびに土砂崩壊に伴う傾斜地などの農作物の被害、②倒木および埋没による樹園地や農地の荒廃、③農業用施設や機械の崩壊などあげられるが被害対象が農作物だけに限定されず、直接に人命や各種施設の破壊にまで及ぶ場合がある(早川 1991)(図2参照)。2010年奄美豪雨に際しても幾多の場所でみられた惨状で



写真1 果樹園の埋没被害(左, 大和村; 右, 龍郷町)  
(著者撮影, 2010/12/19~20)



写真2 カボチャの浸冠水被害（奄美市住用）  
（奄美市農林振興課撮影，2010/10/24）



写真2 水害発生後2か月後のタンカンの樹勢（左，龍郷町；右，奄美市住用）  
（著者撮影，2010/12/19～20）

ある（写真1）. 水害への恒久的対策として実施されてきた河川改修，洪水調節のためのダム設置，遊水池の整備，土石流対策等の効果もあって水害による死者・不明者数や耕地被害は大幅に減少してきた（早川 1991）とはいえ，豪雨は確率的には何時，何処でも発生し得る気象現象であって完全に防止することは不可能である．このような場合においては，危険地域には立ち入らない，危険を感じたら速やかに避難する，というのが対策の基本であって，農業被害対策はあくまで2次的対策として位置づけられるべきであろう．浸・冠水害の発生時における応急的対策，例えば①できるだけ速やかな排水，②泥土付着時の速やかな洗浄などは被害軽減に効果的である（早川 1991）. 写真2は冠水害を被ったカボチャの生育状況を示している．著者が行った模擬実験によれば，カボチャに対する6時間の冠水処理でも有意な影響は検出されなかった．泥土の付着の有無，また写真からは浸水状態が長時間継続したことが被害を助長したと推測されるが，状況的に，①や②の対策を施すことは難しかったと考えられる．写真3は被災後2か月を経たタンカンの生育状況であるが樹勢の低下は蔽い難い．果樹類は永年生作物であって被害は次年度以降にまで及ぶので（富永 1994），被災後の適格な判断と事後対策がとくに重要となる．

#### 4. 水害対策の新たな構築に向けて - 果樹類の気象的収量予測モデル作成の提案 -

水害対策の1つとして‘水害保険制度’などのソフトな対策も今後積極的に考慮に入れる必要

があろう (早川 1991). 農作物共済や果樹共済はその一端を担い得ると考えるが、現行の果樹共済では、農家ごとの樹園地条件、肥培管理、過去の隔年結果などを勘案して定められる‘基準収穫量’に‘単価’と‘農家の選択割合’とを乗じて算出した共済金額に、損害割合に応じて定められた‘支払割合’を乗じた金額が共済金として支払われることになっている。しかし、‘基準収穫量’は経験的な代表値に過ぎないだけでなく、気象経過は毎年異なるので静的な概念に過ぎない‘基準収穫量’というものは本来存在しえない。この意味で、作物被害率は生育全期間の気象経過を考慮したポテンシャルな収量を基準として評価されるべきと考える。作物被害率の推定精度を高めることは、上記のような①被害補償額を査定する際に重要となるばかりでない。水害は様々な生育ステージの下で、また種々の生育状況下で発生しうるので、被害発現の状況も必然的に多様となる。気象的な可能収量の予測モデルが作成されれば、あらゆる状況で得られた諸結果を等しく解析に供することができるので、②減収推定尺度の改良、③被害発生機構の解明に役立つばかりでなく、④事後対策法の構築と選択に際しても大きく寄与できる。実際、水稻ではこのような収量予測モデルがすでに作成されまた種々に活用されている (Horie 1987, 宮川 1994, 角ら 2002, 角 2007) が、カンキツ類に関しては緒についたばかりとあってよい (矢野・河野 2009)。

水稻における生育・収量予測モデル (SIMRIW) を示すと図 3 のようになる。水稻において生育は出芽、幼穂分化、出穂、成熟と進展するが、カンキツ類の場合、永年生作物であることまたその生育進展の複雑さから類推して、それぞれ春枝、夏枝、秋枝の伸長開始期および停止期、花芽分化期、開花期、さらに 1 次および 2 次落果期等を設定して解析する必要がある。いずれにしてもこれらの生育段階は主に日長と気温に反応して進行する (中川・堀江 1995)。他方で作物は光合成によって量的な生長すなわち重量増加を生ずるが、これは作物群落によって吸収された日射量と密接に関連して進行する。ここで吸収日射量は日々の日射量と群落による日射吸収率との積によって決まり、また日射吸収率は葉面積指数 (LAI) と関連して決まる。このような関係は、水稻だけにとどまらず、カンショにおいても確認されている (角ら 未発表)。LAI とミカン収量との間に正の相関関係が見いだされること、またその量的関係において早生ミカンは極早生ミカンより同一 LAI 下での収量が高いこと (矢野・河野 2009) は、ミカンにおいても吸収日射量と収量とが密接に関連していることを示唆している。ただ、傾斜地に造成された果樹園も多く、その

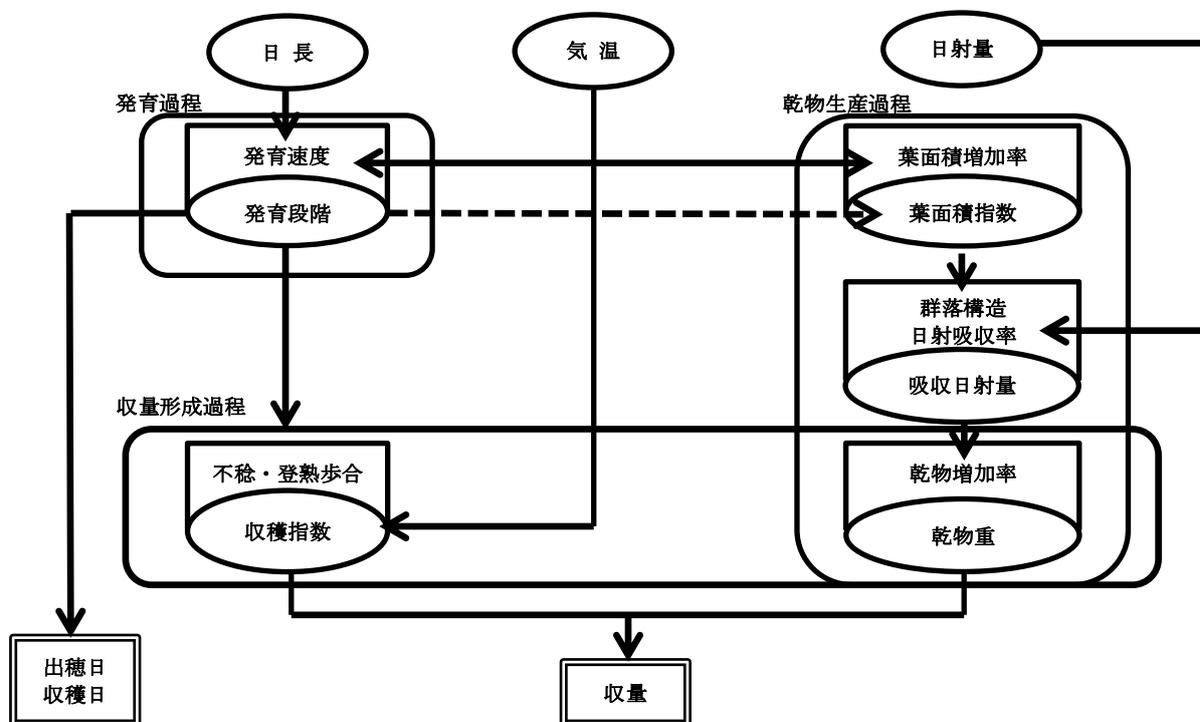


図 3 水稻生育・収量予測モデル (SIMRIW) の基本骨格 (Horie 1987 より作成)

### カンキツ類の気象的可能収量予測モデル作成に際しての技術的課題

- ① 樹齢 ← 発育指数概念の発展
- ② 生産技術と樹園地による収量較差 ← ‘技術係数’の導入
- ③ 隔年結果 ← ‘補正係数’
- ④ 生理的落果 ← データの蓄積による予測精度の向上
- ⑤ 永年生作物

図4 カンキツ類の気象的可能収量予測モデル作成に関して予想される技術的課題

場合、傾斜方位と傾斜角度がとくに冬期における斜面日射量に大きく影響する。しかし、これらの影響は局地気象の成立に関する研究の進展とメッシュ気候値の情報化によって(黒瀬 1991)軽減することは可能である。一方、LAI は発育段階を表す発育指数と温度の関数として与える。このようにして、日々の日長、気温、日射量を入力することによって、全乾物重の変化は日々動的に予測される。全乾物重に収穫指数(全乾物重のうちの利用部分例えば水稲の場合の‘米’の割合)を乗ずれば収量の動的変化の予測も可能となる。水稲の場合、収穫指数は主に発育指数と気温に反応して変化するが、カンキツ類ではそれらに加えて収量ポテンシャルを規定する1次落果とそれに引き続いて起こる2次落果に影響する同時期の日射環境も重要な要素となりうると予想される(富永ら 1989, 角ら 1999)。

カンキツ類の気象的可能収量予測モデル作成にあたって予想される技術的問題点として、①樹齢の影響、②小地形や肥培管理の違いなどから生ずる樹園地間、生産者間の違いが大きいこと、③隔年結果の影響、④生理的落果、⑤永年生作物ゆえに生ずる後年への影響などがあげられる(図4)。このうち、樹齢の影響は上記したように発育指数の概念を重層的に発展させることで、LAIや収穫指数変化の予測精度を高めることはできよう。Horie (1987)は水稲を例として気候的可能収量と統計収量との関係が日本とアメリカとでは異なることを見出し、これを生産技術力差の反映であると解している。②に関わる問題は同様の考え方を敷衍することで軽減できるばかりでなく、各樹園地の技術的課題を探索する端緒ともないうる。著者は、桜島小ミカンの収量に対する降灰の影響を調査する過程で比較的明確な隔年結果現象を見出した(角ら 1999)が、気象的可能収量と実収量との関係を調査する中から、隔年結果に対する生理学的‘補正係数’を導きだすことが望まれる。④は収量の年次間変動に関連する重要な要素であり(富永 1989, 角ら 1999)、それに関係する気象的、土壤栄養的、生物的要因は数多いと予想されるが、実験データの積み重ねの中からその過程がより詳細に解明されていくことを望みたい。最後に⑤の課題、すなわち永年生作物であるが故に生ずる課題である。①～④の諸課題が解決されれば、当該年度の被害状況をより明確に評価できるだけでなく、次年度以降への影響をも定量的に把握できるようになる。当該年度の被害量(=気象的予測収量-実収量)は補償のための基礎データに、また次年度以降の被害量と実収量とのギャップからはその間に採用された‘対策’の効果を吟味するうえでも役立つ。その中から最も効果的な‘栽培的・営農的対策’が評価されていくことにも期待したい。

## 5. まとめ

人命を直接に奪い去る危険を有し、かつ農業生産に決定的ともいえる被害を引き起こす水害に対して我々がとり得る効果的な対策は、河川改修、ダム設置、土石流対策などの恒久的・事前的対策以上のものは難しいかもしれないとの観点から、本稿では‘水害保険制度’などソフトな対策の取り入れを提案した。その際、果樹類に関しても積極的に‘気象的可能収量予測モデル’の構築を図っていくべきである。これによって予測された収量は、被害率推定のための共通の「物差し」となりうる可能性を秘めている。これまで水害が農業に及ぼす影響は「点」として評価される場合が多く、「面」あるいは「立体」的に評価するための努力に欠けていた感が否めない。その積み重ねの中でより汎用性のある効果的な防災対策が構築されていくことを願ってやまない。そして、「作物の生育・収量に関する気象的シミュレーションモデル」は果樹類への対策構築に

対してもその有力な手段となりうる可能性を秘めていると考える。

謝辞： 現地調査にあたり奄美市産業振興部農政局農林振興課の山下仁司氏には極めて有益な情報を戴いた。記して深甚なる謝意を表する次第である。

### 引用文献

- 早川誠而： 水害. 農業気象災害と対策 (真木太一・鴨田福也・鈴木義則・早川誠而編) . 165-180, 1991.
- Horie, T.: A model for evaluating climatic productivity and water balance of irrigated rice and its application to southeast Asia. Southeast Asian Studies, 59(1), 62-74, 1987.
- 岩切 敏： 冷害. 農業気象災害と対策 (真木太一・鴨田福也・鈴木義則・早川誠而編) . 28-61, 1991.
- 鹿児島県： 普及活動の成果. [www.pref.kagoshima.jp/qa06.chiiki/oshima/sangyo/nogyo/hukyuu/documents/h22hukyuu-seika.pdf](http://www.pref.kagoshima.jp/qa06.chiiki/oshima/sangyo/nogyo/hukyuu/documents/h22hukyuu-seika.pdf)
- 鹿児島県： 奄美群島の農産物. [www.pref.kagoshima.jp/qa06.chiiki/oshima/sangyo/nogyo/Jokyo/seisannbutsu.html](http://www.pref.kagoshima.jp/qa06.chiiki/oshima/sangyo/nogyo/Jokyo/seisannbutsu.html)
- 黒瀬義孝： 複雑地形地域における 250m メッシュ日射量推定モデルについて. 農業気象, 47, 95-99, 1991
- 真木太一： 急性的・慢性的農業気象災害. 農業気象災害と対策 (真木太一・鴨田福也・鈴木義則・早川誠而編) . 19-24, 1991.
- 中川博視・堀江武： イネの発育過程のモデル化と予測に関する研究. 第2報 幼穂の分化・発達過程の気象的予測モデル. 日本作物学会紀事, 64(1), 33-42, 1995
- 宮川修一： タイにおけるイネの潜在生産量の評価. 熱帯農業, 38(1), 23-32, 1994.
- 農林水産省： 果樹共済. [http://www.maff.go.jp/j/keiei/hoken/saigai-hosyo/s\\_gaiyo/h\\_zyu.html](http://www.maff.go.jp/j/keiei/hoken/saigai-hosyo/s_gaiyo/h_zyu.html)
- 角 明夫・長谷川利拓・鈴木義則： 1993年異常気象による水稻の生育被害 (1) 土砂流入による被害実態の解析. 「1993年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究」報告書. 133-139, 1994.
- 角 明夫・長谷川利拓・鈴木義則： 1993年異常気象による作物生育被害 - 慢性的および急性的農業気象被害の分離評価の試み. 「1993年鹿児島豪雨災害の総合的調査研究」報告書 第2集. 175-181, 1995.
- 角 明夫・鈴木義則： 桜島南岳からの降灰による作物生育被害に関する研究. (2) 桜島からの現地情報に基づく考察. 自然災害科学, 18(1), 71-88, 1999.
- 角 明夫・長谷川利拓・鈴木義則・箱山晋： 1993年鹿児島市の水稻減収に関連した気象的要因の解析. 自然災害科学, 21(3), 233-244, 2002.
- 角 明夫： 2006年産水稻収量に対する鹿児島県北部豪雨の影響評価. 「2006年鹿児島県北部豪雨災害に関する総合的調査研究. 平成18年度教育改善推進費(学長裁量経費)研究成果報告書. 97-105, 2007.
- 富永茂人・大迫正栄・岩堀修一： 屋根かけハウスと露地ポンカンの開花と落果(花). 鹿児島大学農学部学術報告, 39, 89-102, 1989.
- 矢野 拓・川野達生： ハウスミカンの収量予測と高収量園の樹体構造. 農業及び園芸, 84(10), 981-984, 2009.