

システムダイナミクスを用いた低灌漑水温対策効果の検討  
 Examine of effect of the measures against low temperature irrigation water using SD

○田代優也\*・竹下伸一\*・工藤正臣\*\*

○TASHIRO Yuya, TAKESHITA Shinichi, KUDO Masaomi

1. はじめに

宮崎県では、畑地かんがい施設の整備が着実に進んできているが、冬期のかんがい用水の水温が低いことがこれまでの調査の中で明らかになってきている(田中ら,2012;矢野ら,2013)。そのため受益農家では低灌漑水温に対するために灌漑時間や量の調整、マルチなどの対策を施しており、それが新たな負担となっている。そこで、本研究では農家が実施している低灌漑水温対策のうち、ボイラにて灌漑水を加温しているキュウリ栽培ハウスをモデルに、システムダイナミクスモデルを作成し、消費熱量を指標としたシナリオに基づく有効な昇温対策の検討を行った。

2. 解析方法

システムダイナミクスとは、予測の対象となる変数が時間にしたがってどのような動きを示すか、どのように変化していくのかを簡単に追跡することが出来るモデルツールである。本研究では、宮崎県大淀川右岸地区およびその受益地を対象に図1のようなモデルを作成した。本モデルは水利施設間の水温変化モデル(左点線囲部)、農地における加温量決定モデル(右点線囲部)、消費熱量算定モデル(上点線囲部)より構成される。天神ダム水温、平均気温、ハウス内温度、ハウス内地温、灌漑量には観測値を用い、水利施設間の温度変化率等は図2のような関係式を2013年10月~2014年2月までの観測値からあらかじめ検討し、算出して用いた。計算は日単位とし、1月1日から2月28日までの59日間行った。本モデルでは、受益地の到達水温とボイラによる消費熱量を指標として、以下の効果(シナリオ)を検討する。

**シナリオ1**：送水路の構造・素材の変更、勾配の変更、布設パイプ深等の変更等による送水時の水温上昇効果で、各水利施設間水温上昇率の気温に対する割合を1.25倍、1.5倍、2.0倍とした。

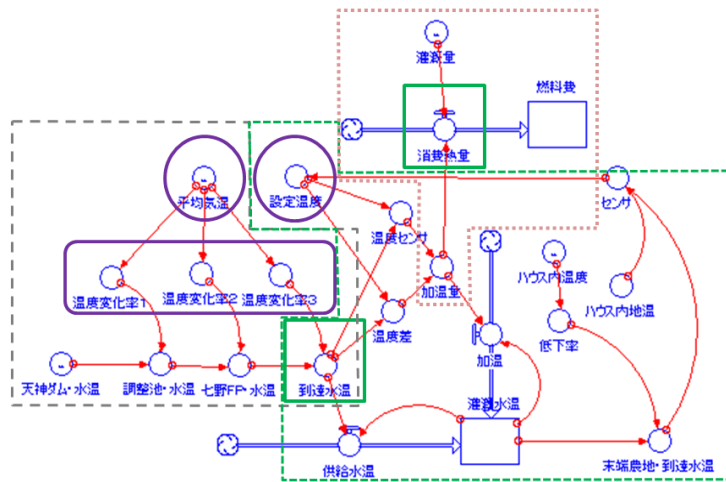


図1 大淀川右岸地区の受益地灌漑水温および消費熱量のシステムダイナミクスモデル

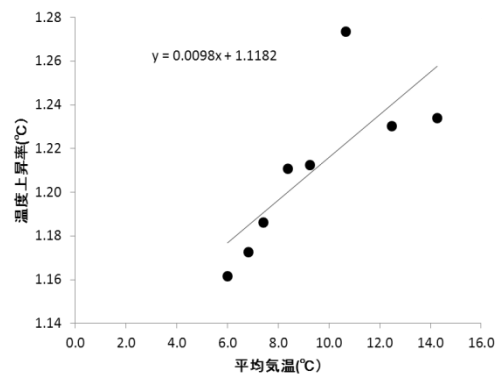


図2 天神ダム・調整池間の水温上昇率と旬毎平均気温との関係

所属 [\*宮崎大学農学部, \*\*宮崎県農政水産部] 所属 [\*Faculty of Agric., University of Miyazaki, \*\*Agriculture and Fisheries Dep., Miyazaki Prefecture] キーワード [シナリオモデル, 水温, 消費熱量, 地球温暖化]

シナリオ2：ボイラから圃場末端まで温度低下抑制等により、ボイラの設定温度を低下させることによる効果で、この設定温度を-0.5, -1.0, -2.0, -4.0に設定した。シナリオ3：温暖化による間接的な効果で、人為的には操作し得ないものであるが、仮に平均気温が上昇すれば、水利施設間の水温上昇度が変化すると考えられる。そこで、平均気温を+0.5, +1.0, +2.0, +4.0°Cに設定した。このシナリオは、温暖化によるプラスの効果を検討することになる。

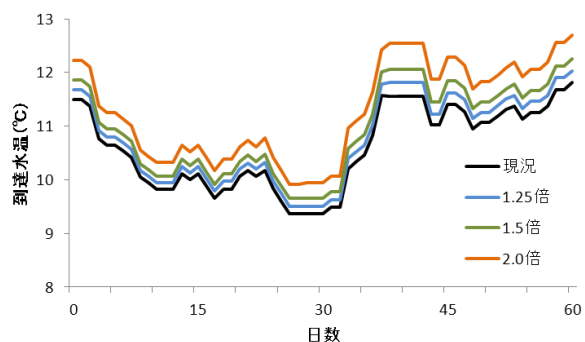


図3 シナリオ1における到達水温の比較

### 3. 結果および考察

一例としてシナリオ1の結果を示した図3のように水利施設間の気温感度を上げると到達水温が上昇するといった結果が、他の水利施設間でも同様に見られた。そこで、それぞれの到達水温と消費熱量についての結果を現況との変化量でまとめ表1に示した。この結果から水利事業等による対策では、上流施設よりも末端施設で行う方が効果的であることがわかる。同様にシナリオ2の結果を表2にまとめた。これによるとボイラの設定温度を1°C下げるだけで大幅な消費熱量の削減が期待できることからシナリオ1の土木的な対策よりも、農家への指導や各圃場で対策を行うことがより効果的であることがわかる。最後にシナリオ3の結果を表3にまとめたところ、気温が0.5°C上昇するだけで、シナリオ1の天神ダム・調整池間の水温上昇度改善以上の効果が得られることがわかった。消費熱量削減という観点で見たとき、温暖化は無視できないほどのプラスの効果は発揮するという皮肉な結果を示すことになった。

### 4. まとめ

本研究ではこれまでの観測結果から得られた水温に関する関係式等を利用してシステムダイナミックモデルを作成し、宮崎県大淀川右岸地区を事例に3つのシナリオを想定してボイラの消費熱量の削減量を検討した。その結果、土木的な水温対策効果は下流部ほど効果的であること、ボイラ設定温度による対策は非常に経済的で効果的な対策であること、わずかな温暖化でも無視できないほどの大きな消費熱量削減効果が期待できることが明らかとなった。

本研究は、宮崎県の委託事業、平成25年度地球温暖化対応「みやざきモデル」確立事業により得られた成果である。

参考文献：田中ら(2012)平成24年度農業農村工学会大会講演会、矢野ら(2013)平成25年度農業農村工学会大会講演会

表1 シナリオ1における到達水温と総消費熱量の現況に対する変化量

施設間	到達水温の平均変化量(°C)			総消費熱量の変化量(M cal)		
	1.25倍	1.5倍	2.0倍	1.25倍	1.5倍	2.0倍
天神ダム・調整池間	0.17	0.35	0.70	-10.50	-21.00	-42.00
調整池・七野FP間	0.46	0.91	1.65	-27.62	-55.24	-99.43
七野FP・受益地間	1.57	3.15	6.29	-93.19	-186.39	-372.77

表2 シナリオ2における総消費熱量の現況に対する変化量

設定温度	-0.5°C	-1.0°C	-2.0°C	-4.0°C
総消費熱量の変化量(M cal)	-30.80	-61.59	-184.78	-431.16

表3 シナリオ3における到達水温と総消費熱量の現況に対する変化量

	+0.5°C	+1.0°C	+2.0°C
到達水温の変化量(°C)	0.20	0.39	0.77
総消費熱量の変化量(M cal)	-11.73	-23.18	-45.27