

平成24年度 農水産業温暖化研究センター 成果発表会要旨

【試験課題名】	高温登熟性に優れる水稻品種「おてんとそだち」「夏の笑み」について
【担当】	総合農業試験場作物部 主任技師 松浦 聡司

【目的および方法】

水稻では、登熟期間中の高温による品質・収量の低下が全国的な問題となっており、宮崎県でも普通期水稻の主力品種である「ヒノヒカリ」は高温登熟性が劣るため、影響が大きく品質低下が大きな問題となっている。また、早期水稻でも晩生品種の「さきひかり」では高温に遭遇し、品質が低下する事例が報告されている。

このため、高温登熟性に優れ作期分散が可能な品種の導入が求められており、近年高温登熟性に優れる普通期向けの「おてんとそだち」、早期向けの「夏の笑み」を育成し、宮崎県の奨励品種に採用されたので特徴を紹介する。

【特性概要】

1. 「おてんとそだち」

2000年に中生、極良食味の「南海149号」を母本、良質、極良食味の「北陸190号」を父本に人工交配した後代から育成された品種で、以下のような特徴を有する。

「ヒノヒカリ」に比べ出穂期が3日、成熟期が4日早く、中生の早に属する。稈長が「ヒノヒカリ」より9cm短く、耐倒伏性は“強”で、穂数はやや少ない編穂重型の草型である。玄米収量は「ヒノヒカリ」より7%多い。高温登熟条件での白未熟粒の発生が少なく、高温登熟性は「金南風」と同程度の“強”で（表3）、玄米品質は良好である（表1）。炊飯米は適度な粘りを持ち「ヒノヒカリ」並の極良食味である。葉いもち抵抗性は“中”、穂いもち抵抗性は“やや弱”で、真性抵抗性は“Pia,i”を持つと推定される。縮葉枯病に対しては“罹病性”、白葉枯抵抗性は“弱”である。穂発芽性は“中”、脱粒性は“難”である（表1）。

2. 「夏の笑み」

2001年に高温登熟性に優れる「西南115号」を母本、極良食味の「南海128号」を父本に人工交配した後代から育成された品種で、以下のような特徴を有する。

出穂期が「コシヒカリ」より7日、「さきひかり」より3日遅く、成熟期はそれぞれ11日、1日遅い、早生の晩に属する。稈長が「コシヒカリ」より14cm短く、耐倒伏性は“強”で、穂数は「コシヒカリ」並みの編穂数型の草型である。玄米収量は「コシヒカリ」より15%多く「さきひかり」よりもやや多い。高温登熟条件での白未熟粒の発生が少なく、高温登熟性は「ふさおとめ」と同程度の“強”である（表3）。玄米品質は「さきひかり」より明らかに優れ「コシヒカリ」に近い。炊飯米は強い粘りを持ち「コシヒカリ」並み以上の極良食味である。葉いもち抵抗性は“弱”

で、穂いもち抵抗性は“やや弱”と推定される。真性抵抗性は不明。白葉枯病抵抗性は“弱”である。穂発芽性は“やや易”、脱粒性は“難”である(表2)。

【図 表】

表1 「おてんとそだち」の特性概要

品種名	おてんとそだち	ヒノヒカリ	日本晴
早晩生 草型	中生の早 偏穂重	中生の中 偏穂重	早生の晩 偏穂数
出穂期(月・日)	8.19	8.22	8.14
成熟期(月・日)	9.27	10.01	9.22
稈長(cm)	73	84	79
穂長(cm)	19.3	19.6	20.1
穂数(本/m ²)	376	390	386
耐倒伏性	強	中	中
穂発芽性	中	難	中
脱粒性	難	難	やや難
高温登熟性	強	弱	中
耐 病 性	葉いもち	やや弱	中
	推定遺伝子	<i>Pia, i</i>	<i>Pia</i>
	穂いもち	やや弱	中
	白葉枯病	弱	中
	縞葉枯病	罹病性	罹病性
玄米重(kg/a)	54.1	50.7	51.2
同上標準比率(%)	107	100	101
玄米千粒重(g)	21.5	21.9	23.1
玄米品質1)	4.1	4.9	4.7
検査等級2)	4.1	7.0	6.0
食味総合値3)	-0.08	0.00	-0.49
タンパク質含有率(%)	6.5	6.5	6.7
アミロース含有率(%)	15.8	16.9	19.0

表2 「夏の笑み」の特性概要

品種名	夏の笑み	コシヒカリ	さきひかり	
早晩生 草型	早生の晩 偏穂数型	早生の早 偏穂数型	早生の晩 偏穂数型	
出穂期(月・日)	7.02	6.25	6.29	
成熟期(月・日)	8.08	7.28	8.07	
稈長(cm)	64	78	68	
穂長(cm)	17.3	17.3	18.2	
穂数(本/m ²)	471	472	450	
耐倒伏性	強	やや弱	強	
穂発芽性	やや易	難	中	
脱粒性	難	難	難	
高温登熟性	強	中	やや弱	
耐 病 性	葉いもち	やや弱	やや弱	
	推定遺伝子	<i>Pji</i>	+	<i>Pji, a</i>
	穂いもち	やや弱	中	弱
	白葉枯病	弱	弱	中
	縞葉枯病	罹病性	罹病性	罹病性
玄米重(kg/a)	62.4	54.4	57.3	
同上標準比率(%)	115	100	105	
玄米千粒重(g)	20.8	21.0	23.1	
玄米品質1)	4.4	3.9	5.3	
検査等級2)	5.0	3.9	7.0	
食味総合値3)	0.49	0.00	0.43	
タンパク質含有率(%)	5.9	6.6	6.4	
アミロース含有率(%)	15.3	15.5	14.9	

注1) 1(上上)～9(下下)の9段階評価

注2) 1(1等の上)～10(規格外)の10段階評価

注3) 食味官能試験における場内産ヒノヒカリに対する値

注4) 2004～2011年の平均値

注1) 1(上上)～9(下下)の9段階評価

注2) 1(1等の上)～10(規格外)の10段階評価

注3) 食味官能試験における場内産コシヒカリに対する値

注4) 2005～2011年の平均値(2007年除く)

表3 高温登熟性の判定結果

品種名	判定値	判定	平均気温
おてんとそだち	4.3	強	28.1
金南風	4.3	強	27.9
日本晴	3.6	中	28.1
ヒノヒカリ	1.3	弱	27.9
夏の笑み	4.6	強	28.1
ふさおとめ	4.4	強	27.8
コシヒカリ	2.5	中	27.9
さきひかり	2.2	やや弱	28.2

注1) 判定値 強(5)～弱(1)の5段階評価

12例 2試験(早植・晩植)×6年の平均値

注2) 出穂後20日間の平均気温が27℃以上になるよう設定

収穫後の玄米を目視し背白粒及び基部未熟粒の混入割合により判定

平成24年度 農水産業温暖化研究センター 成果発表会要旨

【試験課題名】	果菜類における遮熱フィルム被覆が生育収量に及ぼす影響について
【担当】	宮崎県総合農業試験場 野菜部 主任技師 壹岐怜子

【目的および方法】

近年、果菜類の施設栽培では、気候変動の影響と思われる初秋や晩春のハウス内温度の上昇を原因とする生育不良や品質低下が見られる。そこでハウス内温度の上昇を抑制する遮熱フィルムの被覆が果菜類の生育収量に及ぼす影響を検討した。

対照区として普通ビニル、試験区として機能性反射型遮熱フィルムを外張りに使用し栽培した。(2010年・トマト) 供試品種は穂木に‘麗容’台木に‘ブロック’を用いた。播種は穂木を8月4日、台木を8月3日、接ぎ木は8月18日、定植を9月16日に行った。畦幅180cm、株間28cm、a当たり198株植えの主枝1本の振り分け誘引を行った。交配はトマトーンを使用した。午前26℃、午後22℃、夜間最低10℃を目標に管理した。

(2011年・キュウリ) 供試品種は穂木に‘輝世紀’台木に‘胡座’を用いた。播種は9月14日、接ぎ木は9月20日、定植を10月3日に行った。畦幅180cm、株間60cm、a当たり92株植えとし、主枝4本のつる下げ栽培を行った。午前28℃、午後22℃、夜間最低12℃を目標に管理した。

(2012年・ピーマン) 供試品種は‘京鈴’‘みやざきグリーン’を用いた。播種は‘京鈴’を8月1日、‘みやざきグリーン’を8月2日、定植を9月7日に行った。畦幅180cm、株間50cm、a当たり111株植えの主枝4本の摘心栽培を行った。午前28～30℃、午後26～24℃、夜間最低18℃を目標に管理した。

【結果および考察】

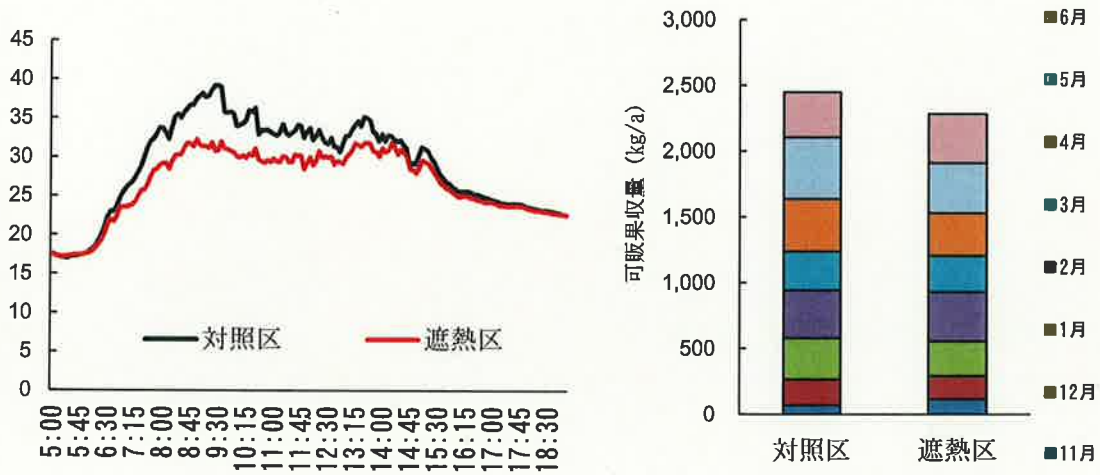
(2010年・トマト) 生育は主枝長、節数、果房数とも試験区が少なかった。葉長、葉幅も試験区が小さく、茎重、葉重も試験区が軽かった(データ略)。総収量は12%、可販果収量は7%試験区が少なかった。可販果率は試験区が4%高く、裂果は4.8%試験区が少なかった(図2)。第1花房のがく焼けは対照区が10.5%、試験区が0%であった。

(2011年・キュウリ) 対照区に比べ試験区で芯どまりの症状が軽かった。栽培終了時の生育は主枝長が試験区で長く、節数、茎重に差はなかった。葉重は対照区が重かった(データ略)。総収量、可販果収量、可販果率に差はなかった(図3)。3月までの可販果収量は試験区が4.5%少なく、5月までの収量は同等であった。

(2012年・ピーマン) ‘みやざきグリーン’‘京鈴’とも総収量、可販果収量とも同等であった。可販果率は両品種とも約2%試験区が多かった(図4)。

以上のことから、果菜類における遮熱フィルムの被覆は、トマトでは生育・収量とも減少するが、キュウリ、ピーマンの収量は同等であった。これは各品目の光飽和点の差が一因と考えられる。また、遮熱フィルムの昇温抑制により、換気が遅いため、ハウス内の炭酸ガス濃度の低下も減収の一因と考えられる。そのため、炭酸ガス施用や定植時期の早進化等の技術の組み合わせにより、遮熱フィルムを被覆することによる減収分をカバーできる可能性は、十分に考えられる。

【図 表】



(参考) 2011年6月4日のハウス内気温

図2 月別積算可販果収量(トマト)

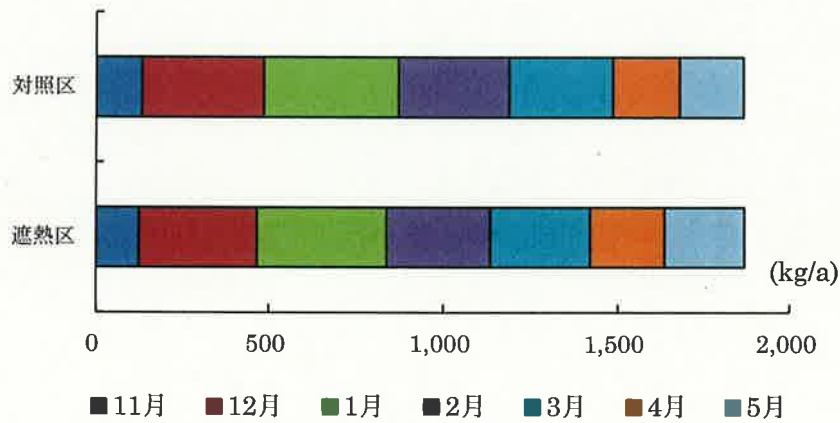


図3 月別積算可販果収量(キュウリ)

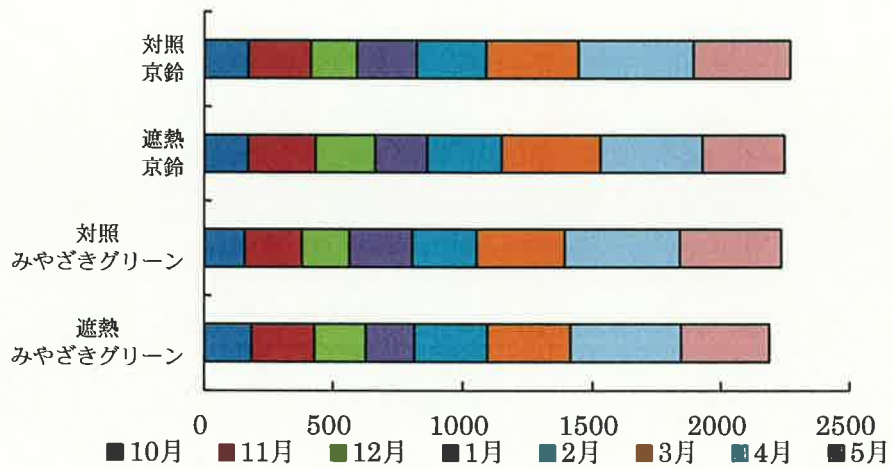


図4 月別積算総収量(ピーマン)

平成24年度 農水産業温暖化研究センター 成果発表会要旨

【試験課題名】	温暖化を活かせる新亜熱帯性果樹（ライチ）の栽培について
【担当】	総合農業試験場亜熱帯作物支場 主任研究員 湯地健一

【目的および方法】

本県では温暖多照な気候を利用してマンゴーやパパイヤ等の亜熱帯性の果樹が栽培されているが、生育適温が高いため、多くの暖房エネルギーが必要である。近年燃油価格の高騰により収益性が低下し、生産継続が困難となりつつあり、省エネ栽培が可能な品目の探索が求められている。

そこで、省エネ栽培が可能で、かつ国内生産によって高付加価値が期待できるライチの栽培実証に取り組んだ。

供試品種は、サケッコウ、ギョッカハウ、クロバ、クエイメイ、チャカパットの5品種で、平成21年10月1日に幅1m、深さ0.5mの根域制限ベットに植栽し、樹勢、樹高、枝分かれの状況、出蕾時期、開花時期、収穫時期、果実品質を調査した。

また、ライチの最大の課題である隔年結果防止対策として、①秋芽処理、②秋季の土壤水分調整、③環状剥皮の効果を調査した。

①については、平成22年11月5日に10月中旬以降に発生した新梢の除葉及び基部からの除去を実施し、②については、平成24年9月10日から12月28日までのかん水量に差をつけ、③については、平成24年9月7日から28日まで1週間おきに環状剥皮を実施して、出蕾に及ぼす影響を調査した。

【結果および考察】

サケッコウ、ギョッカハウ、クロバは、枝の分岐が少なく、徒長気味に生育した。クエイメイ、チャカパットは、枝の分岐が多く、サケッコウ、ギョッカハウ、クロバに比べ、樹高が低い。出蕾、開花、収穫時期は、サケッコウが最も早く、以下ギョッカハウ、クロバ、クエイメイ、チャカパットの順であった。果実の大きさは、チャカパットが最も大きく、以下ギョッカハウ、サケッコウ、クロバ、クエイメイの順であった。果実糖度は、クエイメイが最も高く、以下ギョッカハウ、クロバ、チャカパット、サケッコウの順であった（表2）。

秋芽処理については、除葉によって出蕾枝率が高まったのはクロバ、クエイメイで、切除によって出蕾枝率が高まったのはクエイメイだけであった。サケッコウは秋芽処理によって出蕾枝率が低下し、ギョッカハウは秋芽処理による差がみられなかった（表3）。

秋季の土壤水分調整については、サケッコウ、ギョッカハウは節水管理を行った区の出蕾枝率が高まったが、クロバ、クエイメイでは差はみられなかった（表4）。

環状剥皮については、サケッコウ、ギョッカハウは環状剥皮の時期に関係なく、出蕾枝率が高まったが、クロバ、クエイメイは環状剥皮によって出蕾枝率が低下し、特に9月28日処理区の出蕾枝率はともに0%であった（表5）。

以上のことから、着花安定対策として行ったいずれの方法においても品種間差がみられるが、秋季の土壤水分調整が最も効果が安定しており、今後さらに検討を重ね、より良い条件を見出したい。

【図 表】

表1 定植後の栽培管理状況

年 月	H21.10	11	12	H22.1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	H23.1	2	3	4	5	6	7	8	
施肥 ¹⁾	200g			100g	150g				200g							100g		150g						300g
水管理 ²⁾	60L/週2回	→	→	→	→	→	→	→	→	90L/週2回	45L/週2回	→	→	→	→	→	→	60L/週2回	→	→	→	→	→	→
温度管理	最高 ³⁾	30	→	28	→	25	→	30	→	→	→	25	20	18	→	20	23	23	→	25	25	→	→	→
	最低 ⁴⁾	15	→	→	→	13	15	→	18	→	→	→	10	→	→	10	→	15	15	→	18	18	→	→

1)1樹当たり施肥量(オホガ1号6-8-4) 2)1樹当たり水量 3)換気温度 4)加温温度

表2 ライチの品種別特性調査

	樹勢	樹高(m)	枝の分枝	出蕾開始時期	開花時期	裂果程度 ¹⁾	収穫時期	果実重(g)	糖度 ²⁾ (%)	酸 ³⁾ (%)
サケッコウ	やや強	1.5~2.2	少ない	11月中旬	2月上旬	無	5月下旬	29.7	12.1	0.10
ギョッカホウ	強	2.0~2.5	少ない	12月中旬	2月下旬	少	6月上旬	31.1	15.1	0.29
クロバ	強	1.8~2.5	少ない	12月下旬	3月中旬	無	6月中旬	26.2	14.2	0.31
クエイメイ	中	1.5~1.8	多い	1月上旬	3月中旬	少	7月上旬	19.5	17.3	0.36
チャカバット	中	1.6	多い	1月中旬	3月中旬	中	7月上旬	34.9	13.6	0.53

* H21.10.11に1年生苗(樹高0.7m程度)を植栽

1)裂果程度: 甚(結果数の2割程度発生)、中(結果数の1割程度発生)、少(発生がみられる)、無(発生なし)

2)果梗~果頂を縦径、果梗~果頂に向けて伸びる縫合線上を横径、横径に対し、90度方向を厚みとした

3)糖酸分析装置(HORIBAN.H-2000)で測定、分析日:サケッコウ(H22.5.31)、ギョッカホウ、クロバ、クエイメイ、チャカバット(H22.6.24)

表3 秋芽の除葉及び切除が出蕾に及ぼす影響

品種	出蕾開始時期	除葉区			切除区			無処理区		
		処理枝数	出蕾枝数	出蕾枝率	処理枝数	出蕾枝数	出蕾枝率	処理枝数	出蕾枝数	出蕾枝率
サケッコウ	11月中旬	12	2	17	12	0	0	12	6	50
ギョッカホウ	12月中旬	8	8	100	8	8	100	8	8	100
クロバ	12月下旬	12	8	67	12	2	17	12	6	50
クエイメイ	1月上旬	9	9	100	9	9	100	9	3	33

* 秋芽処理:H22.11.5

表4 秋季の土壌水分調整が出蕾に及ぼす影響

		出蕾枝率の推移(%)																				
		10/31	11/7	11/14	11/21	11/28	12/5	12/12	12/19	12/26	1/7	1/16	1/23	1/30	2/6	2/12	2/19	2/27	3/6	3/13	3/19	
サケッコウ	節水区	0	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	対照区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50
ギョッカホウ	節水区	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	対照区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	50
クロバ	節水区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	100	100	100	100	100
	対照区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	100	100	100	100	100
クエイメイ	節水区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	100	100	100	100	100	100
	対照区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	100	100	100	100

節水区:H24.9.10~30 45L/週3回、10.1~14 45L/週2回、10.15~12.28 15L/週2回
対照区:H24.9.10~30 90L/週3回、10.1~14 45L/週3回、10.15~12.28 45L/週2回
H25.2.12昇温開始(10°C)、3.12(15°C)

表5 環状剥皮の時期が出蕾に及ぼす影響

		出蕾枝率の推移(%)																				
		10/31	11/7	11/14	11/21	11/28	12/5	12/12	12/19	12/26	1/7	1/16	1/23	1/30	2/6	2/12	2/19	2/27	3/6	3/13	3/19	
サケ	9.7処理区	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	9.14処理区	50	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ケツ	9.21処理区	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	9.28処理区	0	0	0	0	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ウ	無処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	9.7処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100
ギョ	9.14処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	9.21処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
カホ	9.28処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	無処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	50
ク	9.7処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9.14処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
ロ	9.21処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
	9.28処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
バ	無処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	100	100	100	100	100	100
	9.7処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ク	9.14処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50
	9.21処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
エ	9.28処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	無処理区	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	100	100	100	100	100

H25.2.12昇温開始(10°C)、3.12(15°C)

【参考文献】

果樹園芸大百科 17 熱帯特産果樹 (農文協)

平成24年度 農水産業温暖化研究センター 成果発表会要旨

【試験課題名】	高断熱ハウスについて
【担当】	総合農業試験場 生産流通部 榎本清和

【目的】

燃料費は今後ますます上昇することが見込まれ、省エネ施設の開発が急がれている。このため、本試験では放射冷却を防ぐ効果の高いアルミ蒸着シートと発泡保温資材を組み合わせた断熱性・保温性の高い高断熱被覆資材を開発し、冬期の燃料使用量削減効果について検証を行った。

【方法】

- ① アルミ蒸着シート、発泡保温資材、農業用ポリオレフィンを合わせて、高断熱被覆資材を縫合作成し、ハウス内張の天井、両サイド、妻面(はめ殺しの部分は気泡緩衝材とすることで光透過性を確保。)に1層で装着して内張ほぼ全面を高断熱内張資材で覆った。
- ②試験区 (平成23年度)アルミ蒸着シート蒸着面を内向き(図1)
(平成24年度)アルミ蒸着シート蒸着面を外向き(図1)
対照区 内張1層の農業用ポリオレフィンフィルム

③使用資材

試験区	資材名	23年度	24年度	備考
高断熱 内張区	アルミ蒸着シート	0.09 mm	0.03 mm	天井 両サイド
	発泡保温材	1.0 mm	0.5 mm	
	農業用ポリオレフィン	0.07 mm	0.10 mm	
	合計	1.16 mm	0.63 mm	
	気泡緩衝材	3.5 mm	3.5 mm	妻面はめ殺し
対照区	農業用ポリオレフィン	0.10 mm	0.10 mm	

- ④ハウス規模は試験区・対照区とも120㎡で、最低温度14℃設定

【結果および考察】

- ①平成23年度試験期間中の燃料使用量削減率は25%で、晴天日の削減率は32%であった(表1-1)。
- ②平成24年度試験期間中の燃料使用量削減率は37%で、晴天日の削減率は42%であった(表2-1)。
- ③19mmパイプに1メートル巻き取った時の直径は、23年度資材が63mmであったが、24年度は資材が薄くなったため、43mmと格段に小さく、巻取り時の力が小さくなり、1モーターで巻取りが可能となった(データ省略)。

以上のことから、アルミ蒸着シート等を縫合した高断熱被覆資材については、対照のポリオレフィンフィルムと比較し、25～40%程度の燃油使用量削減効果が期待され、また被覆方法については、平成24年度に実施したアルミ蒸着面を外向きにした方が、厚みが薄かったにもかかわらず、23年度より削減率が高かったことから、より効果的であると考えられた。

【図 表】

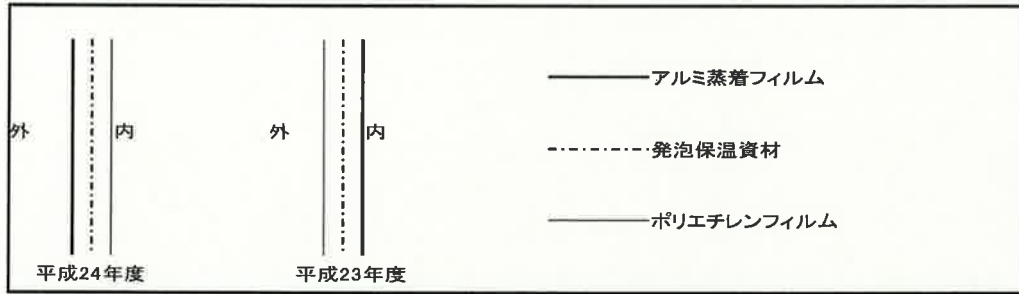


図1 アルミ蒸着フィルムの差違

表1-1 平成23年度の燃料使用量節減効果

試験区	試験期間中(2/4~2/9)			晴天日(2/8)	
	燃料使用量(l)	1日当たり(l)	削減率(%)	使用量(l)	削減率(%)
高断熱内張資材区	49.9	9.9	25	12.7	32
対照区	66.2	13.2	—	18.6	—

表1-2 平成23年度試験期間中の気象状況

	最低気温(°C)	日射量(MJ/m ²)	備考
試験期間中	3.6 (-1.3~8.0) ^y	12.1 (2.4~20.1) ^z	
晴天日	0.3	18.0	晴一時曇

y : () 内は試験期間中の最低気温の推移

z : () 内は試験期間中の日射量の推移

表2-1 平成24年度の燃料使用量節減効果

試験区	試験期間中(2/16~2/26)			晴天日(2/25)	
	燃料使用量(l)	1日当たり(l)	削減率(%)	使用量(l)	削減率(%)
高断熱内張資材区	74.1	7.4	37	7.1	42
対照区	117.8	11.7	—	12.3	—

表2-2 平成24年度試験期間中の気象状況

期間	最低気温(°C)	日射量(MJ/m ²)	備考
試験期間中	4.0 (0.3~8.6) ^y	15.8 (2.5~24.7) ^z	
晴天日	0.3	20.9	晴

y、zは表1-2のとおり



図2 アルミ蒸着シート 全閉時(左)、全開時(右)

平成24年度 農水産業温暖化研究センター 成果発表会要旨

【試験課題名】	かんがい水温が耕作環境に与える影響評価
【担当】	国立大学法人宮崎大学 農学部 准教授 竹下伸一

近年、県内外で地球温暖化の影響によるとみられる農作物の生育不良や品質低下が顕在化してきており、対策が求められている。しかし、農作物の生育不良や品質低下に繋がる温度に関連したメカニズムの解明や、本県気候環境下の基本的なデータの蓄積が不十分である。そこで本課題ではかんがい水温を軸として、2つの調査を行った。1つは、畑地かんがい施設とその受益地の水温および耕作環境の調査。もう1つは、渓流水を利用する中山間地水田の温度環境と米品質の調査である。

1. 畑地かんがい施設及び受益農地の水温調査

【目的】

施設による農作物の栽培は、施設内の温度を調節することにより露地栽培とは異なる時期に出荷することができる。特に県内では、冬季に高温な環境を維持して、多くの果樹や野菜が栽培されている。しかし、制御された施設内で栽培された農作物に、冬季の冷たいかんがい水が供給されることによって、地温が急激に低下するなどして、農作物へ影響が及ぶことが懸念されている。また、この温度低下が余分な燃料の消費を促している可能性も否定できない。そこで、冬季のかんがい水の水温や、かんがいによる施設栽培ほ場の温度変化を調査し、かんがい水の影響を評価することを目的とした。

【方法】

本調査は、水源である天神ダムと、調整池、ファームポンドの3箇所の各農業水利施設(図1)及び宮崎県宮崎市田野町七野地区にある受益農地(キュウリ栽培ハウス)を対象に実施した。受益農地は、6m×45mのビニールハウスを8棟連結させた面積25aの施設である(図2)。ハウスでは温度調節のためのボイラと、栽培促進のためのCO₂発生装置が設置されていた。観測は、水温調査に小型ロガー付きサーミスタ温度計を、かん水量調査に小型の転倒マス型雨量計を、土壌の含水率調査に土壌水分計を用いた。

【結果および考察】

各農業水利施設について期間中の水温の推移を見ると、12月中旬から徐々に温度が低下し1月下旬に最も低くなっていた(図3)。水温は天神ダムが最も低く、ついで調整池、七野ファームポンドの順に高くなっていた。それぞれの温度差は約2℃であった。農地へと送水されたかんがい水の水温と、ボイラによる加温後の水温を旬別に比較すると、約10℃以上もの差があった。このときのボイラによる熱量を計算すると、平均して26.7kJを要し、とくに12月下旬～1月中旬にかけては要する熱量が多く35kJにも達していた。

ハウス内の観測点を北側(地点1,4,7)、中央(地点2,5,8)、南側(地点3,6,9)に分け、それぞれの平均気温を旬ごとに比較すると、加温された水が最初に到達する北側の水温が最も高く、

南側がもっとも低い（図4）。末端部となる南側と北側の温度差は、約5~6℃にもなる。

ハウス内9地点の平均地温分布（図5）によると、最も高いのは中央付近、次いで北東エリアが比較的高く、南西エリアが低い。西側(地点1,2,3)の地温が一様に低いのは、ハウス外ボイラ小屋の西側が法面になっているため、日陰になる時間が多いためと考えられる。

ハウス内では、調査期間中ほぼ毎日1~3回かんがいていた。かんがいを3回実施した日の地温の経時変化とかんがい中の水温及び、かんがいを実施しなかった日の地温の経時変化を併せて図6に示した。地温についてみると、1回目のかんがいによって急激に温度が上昇に転じている。また2回目、3回目とかんがいに伴って地温が上がっている。

【図 表】

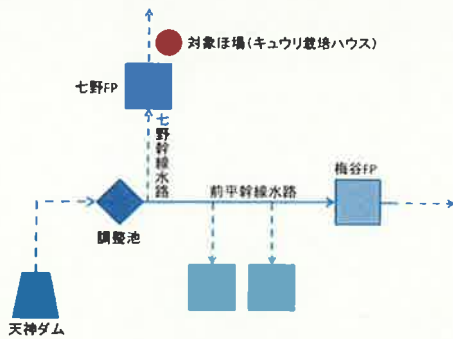


図1 農業水利施設及び対象ほ場の概要

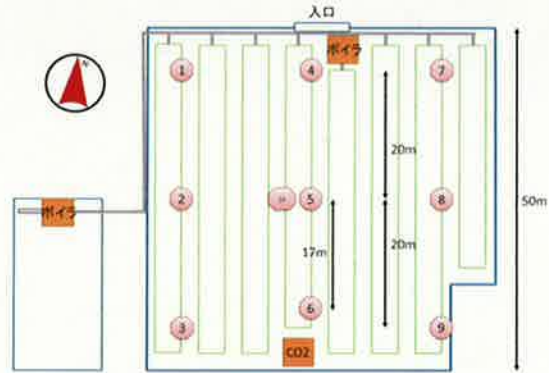


図2 キュウリ栽培ハウスの概要と観測地点

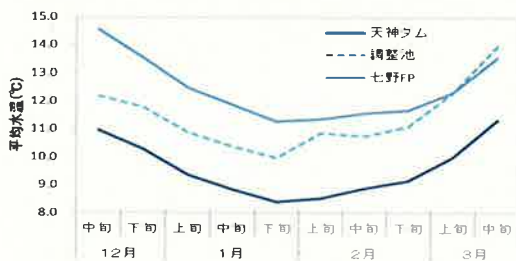


図3 農業水利施設内の旬別平均水温の変化

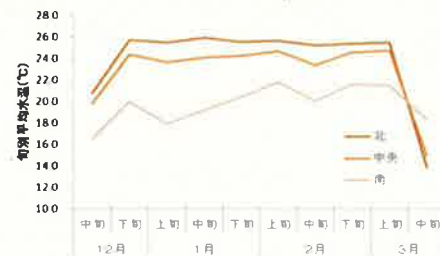


図4 ハウス内のかん水温の比較(北,中央,南)

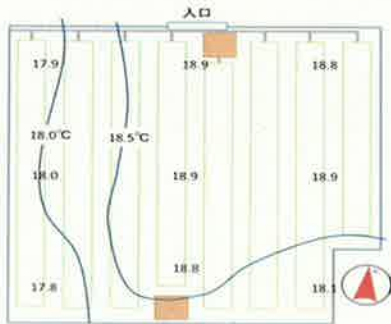


図5 ハウス内の平均地温分布

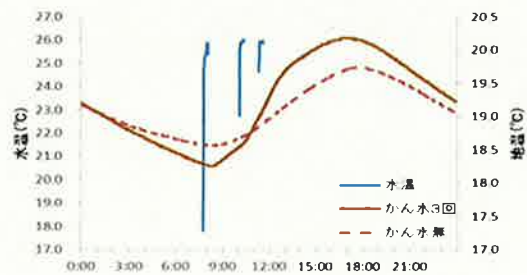


図6 3回かん水時の水温と地温の経時変化

II. 中山間渓流水利用水田の温度環境と米の品質調査

【目的】

水稲では、登熟期の高温のよって全国的に白未熟粒が発生し、1等米比率が低下する問題が発生している。本県でも普通期栽培のヒノヒカリを中心に品質低下が問題となっている。篤農技術には、登熟期となる盛夏期に低温の水を入れる技術があり、水稲の高温障害の発生を抑制するものとしてにわかに注目されている。そこで、水温の低い渓流水を利用しやすい、中山間地の傾斜地水田を対象にかんがい水温の調査、米品質の検査を実施した。併せて、他産地の温度環境と米品質を比較して、渓流水利用水田の特徴を分析した。

【方法】

本調査は日南市坂元棚田を主要調査地点とした。棚田にて生産されているヒノヒカリと同品種の栽培地である県内3地点のほ場を対照地として選定した。選定したのは図1に示す日南市酒谷地区ほ場、佐土原町県総合農業試験場内ほ場、高鍋町大平寺地区(四季彩のむら)ほ場の3地点である。坂元棚田での観測は、雨量、日射量、気温、湿度、風速、各所の水温、水田内地温、水田水深を計測した。対照地区でも気温、水温、地温、水田水深を計測した。

各ほ場について収量、玄米品質、食味の検査を行った。収穫後、穂数、籾数等を計測し、県総合農業試験場にて等級検査を受けた。また、穀粒判別機を用いて玄米品質を、食味分析計にて食味に関する5項目(水分、タンパク質、アミロース、脂肪酸度、老化性)及びトータルスコアについて分析した。なお、佐土原町県総合農業試験場については、検査等級結果、玄米品質検査結果、食味分析結果の提供を受け、これを比較対照値として用いた。

【結果および考察】

地区ごとの玄米の外観品質を比較したところ、坂元棚田と高鍋の等級が良かった(図7)。各地区の玄米品質を比較すると、整粒比は日南市酒谷が低くなったが他の3地点は同程度であった。高温障害米比率に着目すると、坂元棚田と高鍋が低かった(図8)。

各地区の食味についてみると、坂元棚田はタンパク質含量が低く、老化性も比較的低いためトータルスコアが最も高くなり、食味が良かった。次いで日南市酒谷地区も同様の傾向が見られた。一方、検査等級や高温障害米比率が少なかった高鍋は、タンパク質含量や老化性が高く食味が劣っていた(表1)。

各地区の出穂後の登熟期間中のほ場温度を比較すると、高鍋の気温が最も高く、日較差も小さかった。一方、坂元棚田と日南市酒谷地区の気温は低く、日較差も大きかった(表2)。

坂元棚田内の調査ほ場の検査等級には、ばらつきが大きく、ほ場の位置による傾向はあまりみられない(図9)。登熟期間中の地温もばらつきが大きく、ほ場の位置や灌漑様式による明瞭な違いは見られなかった(図10)。しかし、高温登熟障害米比率は、棚田中央の新田よりも、棚田東側の古田の方が比較的低くなっていた(図11)。全体として棚田産の米の品質は、他産地に比べて良いが、棚田内に大きなばらつきが認められ、この要因を明らか

にすることが今後の課題とされる。

【図 表】

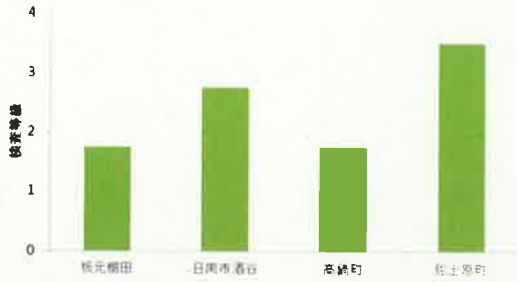


図7 各地区の米の検査等級

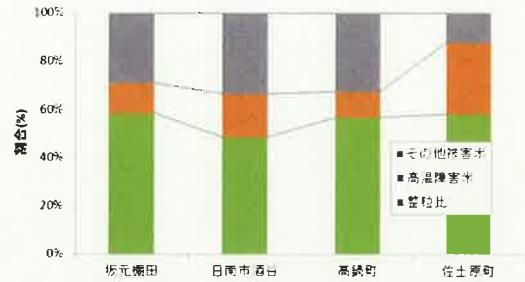


図8 各地区の玄米品質検査

表1 各地区の食味分析結果

	水分(%)	タンパク(%)	アミロース(%)	脂肪酸度	老化性	スコア
坂元棚田	12.6	6.7	21.1	16.9	86.4	65.9
日南市酒谷地区	12.8	7.0	20.9	21.0	86.0	64.0
高鍋町大平寺地区	13.0	7.7	20.9	19.0	89.0	56.0
佐土原町	13.3	7.2	20.3	13.7	90.0	62.0

表2 各地区の移植日・出穂日、登熟機関のは場温度

	移植日	出穂日	温度(°C)		
			気温	日較差	水田水温
坂元棚田	6月15日	8月26日	23.4	7.2	24.0
日南市酒谷地区	6月23日	8月27日	23.9	9.5	24.2
高鍋町大平寺地区	6月22日	8月29日	25.2	6.4	25.3
佐土原町	6月25日	8月27日	24.9	7.1	26.4

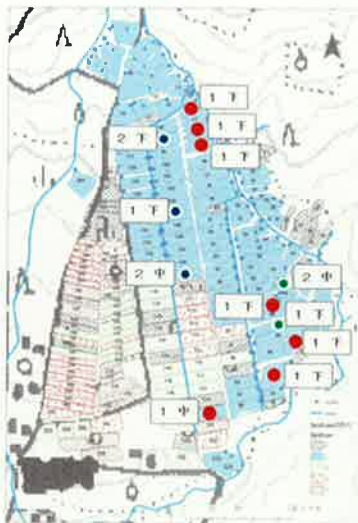


図9 棚田内の検査等級分布



図10 棚田内の登熟期地温分布



図11 棚田内の高温障害米比率

平成24年度 農水産業温暖化研究センター 成果発表会要旨

【試験課題名】	暑熱ストレスが乳用牛の繁殖性に及ぼす影響と考えられる対策について
【担当】	畜産試験場 家畜バイテク部 主任研究員 鍋西 久

【目的および方法】

ウシの受胎率低下は生産性低下の原因につながり、農家の収益に直接影響を及ぼす課題であるが、西南暖地に位置する本県の家畜生産においては、特に暑熱ストレスによる繁殖性の低下が重要な問題となっている。そこで、繁殖性に及ぼす暑熱の影響緩和技術を確立することを目的として、県内における乳用牛の繁殖成績の解析によって暑熱の影響を検討するとともに、暑熱対策の新たな指標となる生産現場で活用可能な指標計を開発した。

①宮崎県内における乳用牛に及ぼす暑熱ストレスの影響

繁殖性に及ぼす暑熱ストレスの影響を検討するため、2006年からの3年間に宮崎県内の酪農家170戸で飼養されている乳用牛延べ11,302頭の初回人工授精成績を調査した。また、2006年からの5年間における乳用牛の死廃事故発生件数についても併せて検討した。

②宮崎県内における乳用牛の深部体温と温湿度指数(THI)との関係

供試動物として泌乳中後期のホルスタイン種乳用牛を用い、暑熱期と非暑熱期において膣内に留置したデータロガー付温度計によって、1時間毎に膣内温度を連続的に測定した。得られたデータをもとに、牛舎内THIとの関係について検討した。

※ $THI = 0.8 \times \text{温度} + (\text{湿度}/100) \times (\text{温度} - 14.4) + 46.6$

③生産現場で活用可能な暑熱ストレス指標計の開発

乳用牛に対する暑熱ストレス(THI、温度、湿度)を視覚的に把握できる生産現場で活用可能な指標計を開発した。

【結果および考察】

①宮崎県内における乳用牛に及ぼす暑熱ストレスの影響

乳用牛の受胎率は、人工授精前日の日最高THIが71以上で低下傾向がみられ、76以上で有意に低下した(図1)。

また、乳用牛の死廃事故発生件数は、月平均THIが66~70を境に有意に増加した(図2)。

②宮崎県内における乳用牛の深部体温と温湿度指数(THI)との関係

膣内温度は、日最高THIが70までは有意な変化は認められないが、71以上では日最高THIの増加に伴って有意に上昇した(図3)。

③生産現場で活用可能な暑熱ストレス指標計の開発

乳牛の受胎率低下に影響を及ぼす暑熱ストレス(THI、温度、湿度)を視覚的に把握でき、膣内温度上昇と受胎率低下に及ぼすTHI域を危険度ごとに色分けで表示した指標計は、適切な暑熱対策の目安として活用できる(図4)。

【図 表】

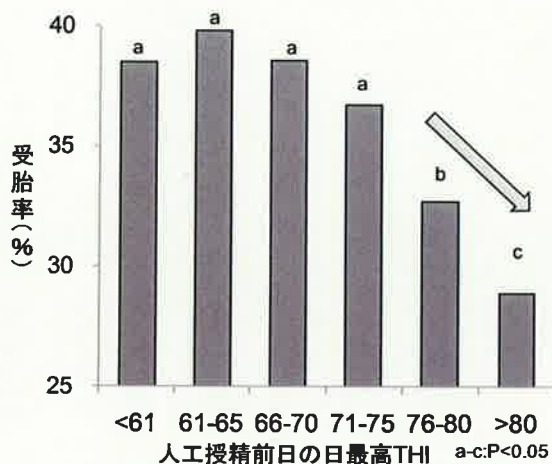


図1. 人工授精前日の日最高THIと受胎率との関係

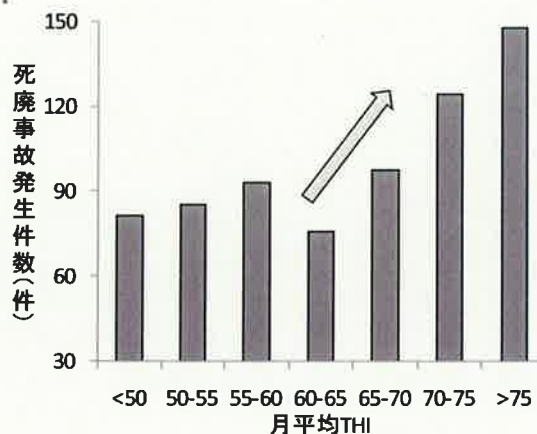


図2. 月平均THIと死産事故発生件数との関係

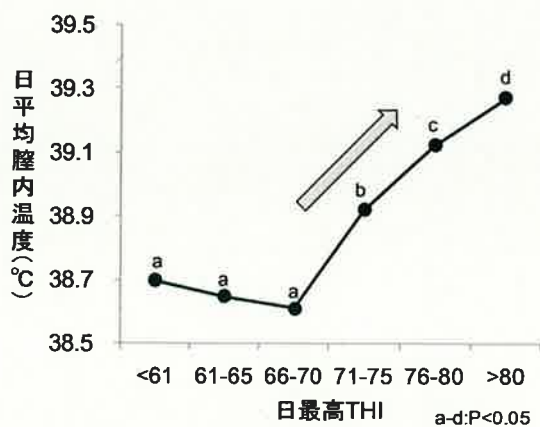


図3. 日最高THIと腔内温度との関係

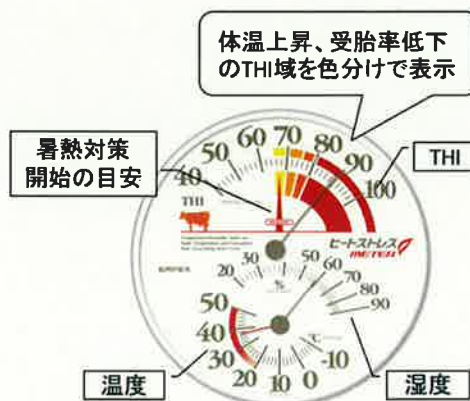


図4. ヒートストレスメーター

【参考文献】

Nabenishi et al., Effect of the temperature-humidity index on body temperature and conception rate of lactating dairy cows in southwestern Japan. J Reprod Dev 2011;57: 450-456.

平成24年度 農水産業温暖化研究センター 成果発表会要旨

【試験課題名】	地球温暖化に対応したカワハギ養殖の確立について
【担当】	宮崎大学農学部 教授 吉田照豊 一般財団法人松岡科学研究所 理事 天野健一 宮崎県水産試験場 主任研究員 南 隆之

【目的および方法】

カワハギは、出荷価格が高いこと、1年程度で出荷サイズに成長すること、人工種苗の量産化体制が確立しつつあることから、養殖振興種として注目されているが、試験出荷したところ、夏季を中心に感染症が発生し課題となっていた。死亡原因を調査したところ、*Streptococcus iniae*を原因細菌とするβ溶血性レンサ球菌症及び*Lactococcus garvieae*を原因細菌とするα溶血性レンサ球菌症が大半を占めること¹⁾が明らかとなり、本症は他魚種でワクチンが市販されていることから、このようなワクチンを活用できれば、感染症を防げる可能性が高いことが推測された。そもそもカワハギは高い水温を好む魚種²⁾であること、また冬季の海水温は上昇傾向³⁾にあることから、カワハギ養殖にとって温暖化は有利となる可能性が高い。このため、カワハギレンサ球菌症予防対策技術の確立を目的として、平成23年度から試験研究を開始し、平成24年度は以下の研究を行ったので報告する。

Lactococcus garvieaeの病原性に関する検討

平成23年度にレンサ球菌症原因細菌の一つである*Streptococcus iniae*の病原性について明らかにした。平成24年度はもう一つの原因細菌である*Lactococcus garvieae*の病原性について感染実験を行い、病原性について評価を行った。

α溶血性レンサ球菌症ワクチン試験

平成23年度にヒラメβ溶血性レンサ球菌症市販ワクチンがカワハギに対しワクチン効果を示すか実験したところ、高いワクチン効果を示すことが明らかとなった。このため、ブリα溶血性レンサ球菌症市販ワクチン(以下、「αレンサ市販ワクチン」という)及び攻撃菌株から試作したワクチン(以下、「試作ワクチン」という)を用いて、ワクチン試験を実施した。

稚魚サイズにおけるStreptococcus iniaeワクチン試験

カワハギの人工種苗量産化技術が確立されつつあることから、稚魚サイズでワクチン接種が可能となれば、防疫対策やワクチン接種作業の効率の観点から、メリットが大きいと考えられる。このため、平成23年度にワクチン効果を確認したヒラメβレンサ球菌症市販ワクチン(以下、「βレンサ市販ワクチン」という)を用いて、カワハギ稚魚サイズでワクチン効果を示すか、ワクチン試験を実施した。

2種混合試作ワクチン試験

ヒラメβレンサ市販ワクチンとブリαレンサ市販ワクチンがカワハギに対しワクチン効果を示すことが明らかになったことから、2種混合ワクチンの可能性が示された。複数のワクチンを1回で接種することが可能になれば、ワクチン接種作業の効率化やワクチン接種費用の削減につながる。そこで、βレンサ市販ワクチンとαレンサ市販ワクチンを等量混合し2種混合ワクチンを試作し、カワハギでワクチン試験を行った。

【結果および考察】

Lactococcus garvieaeの病原性に関する検討

結果を図1に示した。実験結果より、カワハギに対する*Lactococcus garvieae*のLD₅₀値は 1.0×10^{16} CFU/FISHであり、カワハギに対して強い毒性を持つことが明らかとなった。また、ワクチン試験に必要な感染試験系を確立した。

α溶血性レンサ球菌症ワクチン試験

結果を図2に示した。試作ワクチンとαレンサ市販ワクチンはカワハギに対して同等のワクチン効果を示すことが明らかとなった。

稚魚サイズにおけるStreptococcus iniaeワクチン試験

結果を図3に示した。試験結果より、7gサイズにワクチン接種しても死亡が認められなかったこと、またワクチン効果が認められたことから、このサイズの稚魚にワクチン接種は可能と考えられた。

2種混合試作ワクチン試験

結果を図4及び図5に示した。2種混合試作ワクチンは、どちらのレンサ球菌症に対しても有効であることが明らかとなり、将来的に多価ワクチンの開発は可能と考えられた。

このようにカワハギレンサ球菌症の予防に必要な知見が順調に得られている。平成25年度は、より毒性の強いβ溶血性レンサ球菌症のワクチン実用化に向けて必要な調査研究を行いたい。

【図表】

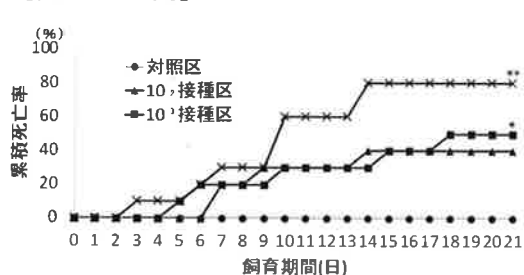


図1 異なる菌濃度の*L. garvieae*で攻撃したカワハギの死亡状況
 1.0×10^{10} CFU/FISHの*L. garvieae*をカワハギ(n=10)に腹腔内接種。
 各濃度攻撃試験ともに、水温は25°Cに加温。
 *試験終了時の死亡率について対照区と有意な差が認められた(p<0.05)。
 **試験終了時の死亡率について対照区と有意な差が認められた(p<0.01)。

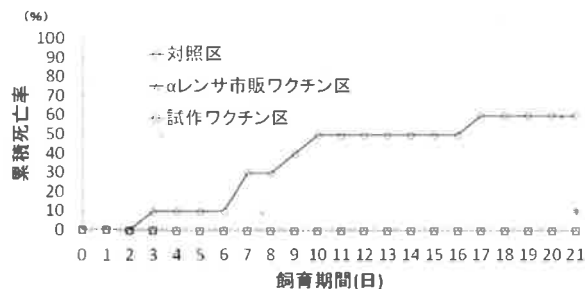


図2 ワクチン接種14日後に異なる菌濃度の*L. garvieae*で攻撃したカワハギの死亡状況
 各試験区に 1.1×10^6 CFU/FISHとなるよう菌液を腹腔内接種して攻撃した。
 *市販ワクチン区およびホモワクチン区の死亡率は対照区と比べ有意な差が認められた(p<0.05)。

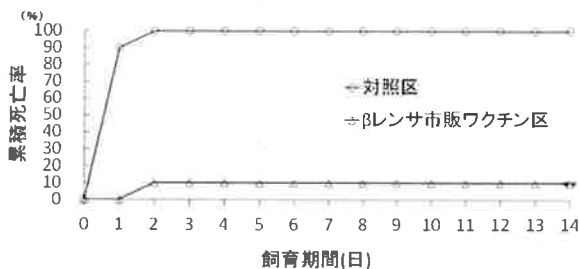


図3 ワクチン接種14日後に*S. iniae* MS1007株で攻撃したカワハギの死亡状況
 供試魚は各区20尾。各試験区に 8.0×10^6 CFU/FISH腹腔内接種して攻撃した。
 **市販ワクチン区の死亡率は対照区と比べ有意な差が認められた(p<0.01)。

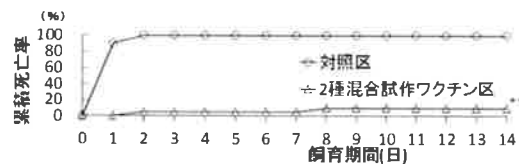


図4 ワクチン接種14日後に*S. iniae* MS1007株で攻撃したカワハギの死亡状況
 供試魚は各区20尾。各試験区に 8.0×10^6 CFU/FISH腹腔内接種して攻撃した。
 **2種混合試作ワクチン区の死亡率は対照区と比べ有意な差が認められた(p<0.01)。

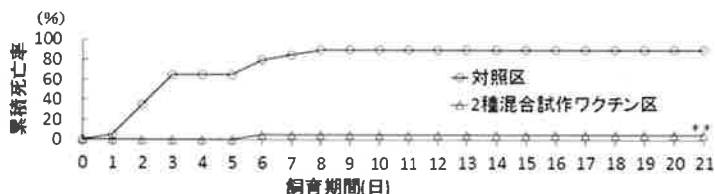


図5 ワクチン接種14日後に*L. garvieae* SM07K1株で攻撃したカワハギの死亡状況
 供試魚は各区20尾。各試験区に 3.0×10^6 CFU/FISH腹腔内接種して攻撃した。
 **2種混合試作ワクチン区の死亡率は対照区と比べ有意な差が認められた(p<0.01)。

【参考文献】

- 1) 南隆之・金丸昌慎・岩田一夫・中西健二・山下亜純・三吉泰之・福田穰・吉田照豊 (2012): 魚病研究, 47 111-113.
- 2) 土田修二 (2002) 海生研報, 4 11-66.
- 3) 林田秀一, 渡慶次力, 荒武久道 (2008): 平成20年度宮崎県水産試験場事業報告書, 74-82.

【試験課題名】	温暖化に適応した養殖品種の開発
【担当】	水産試験場 生物利用部 小林分場 主任技師 山田 和也

【目的および方法】

20世紀後半からの地球温暖化は、気候変動に与える影響が懸念されており、水産業においては冷水性魚の養殖産業に重大な影響を及ぼすことが懸念されている。ニジマスは代表的な産業的重要冷水性魚であるが、宮崎県では1966年から開始した高温処理による選抜育種実験により、比較的高い水温でも養殖できるニジマス系統（高温耐性系）を作出している。

2009年から水産総合研究センター及び東京大学との共同研究（水産庁委託研究）において、この系統を対象に、高温耐性を評価するバイオアッセイ系を開発するとともに、量的形質遺伝子座（quantitative trait loci, QTL）解析によって高温耐性に連鎖するDNAマーカーを探索している。

また、東京大学は次世代シーケンサーを用いたトランスクリプトーム解析により、高温耐性系では平常時でもhsp70mRNAが大量に発現していることを見出した¹⁾。さらに、水産総合研究センターはタンパク質レベルでヒートショックプロテイン（HSP70）量と高温耐性形質との間に相関があることを見出した²⁾。

平成24年度はQTL解析に不可欠な表現型の分類を行うため、次のとおり試験を実施した。平成22年度に高温耐性系ニジマス（以下、「宮崎系」）とドナルドソン系ニジマス（以下、「日光系」）を交配して得た交雑種（F1）から作出したF2を供試魚に28℃の比較的高水温に保った60cm水槽に50個体ずつ収容（以下、「高温暴露」という。）し（図1）、平衡喪失した個体（図2）を順次取り出し平衡喪失までの時間を個体毎に調べ、0～20分未満、20～40分未満、40～60分未満、60分以上の4分類とした。また、再現性を確認するため、4分類した群毎に同様の方法で平衡喪失時間を調べた。さらに平衡喪失時間0～20分未満群は再度（3回目）同様の方法で平衡喪失時間を調べた。

【結果および考察】

結果を図3に示した。

供試魚1, 614尾を平衡喪失時間により4分類したところ、0～20分未満が269尾（16%）、20～40分未満が426尾（26.4%）、40～60分未満が567尾（35.1%）、60分以上が362尾（22.4%）であった。

また、0～20分未満群を再度高温暴露したところ、処理後へい死した個体を除いて207尾中118尾（57%）で再現性が確認された。再現性が確認された群の33尾を用いて再度高温暴露したところ、平衡喪失時間は全個体が0～20分未満であり、再現性が認められた。また、60分以上の群を高温暴露したところ142尾中124尾（85.5%）が60分以上の平衡喪失時間を示し、高い再現性が認められた。

再現性が確認された個体は体長と体重を測定し、脳、鰓、心臓、肝臓、筋肉、鱗を採取してRNAlaterに保存した。サンプルは東京大学が現在、分析中である。

【図 表】



図1 高温暴露試験の様子



図2 平衡喪失個体

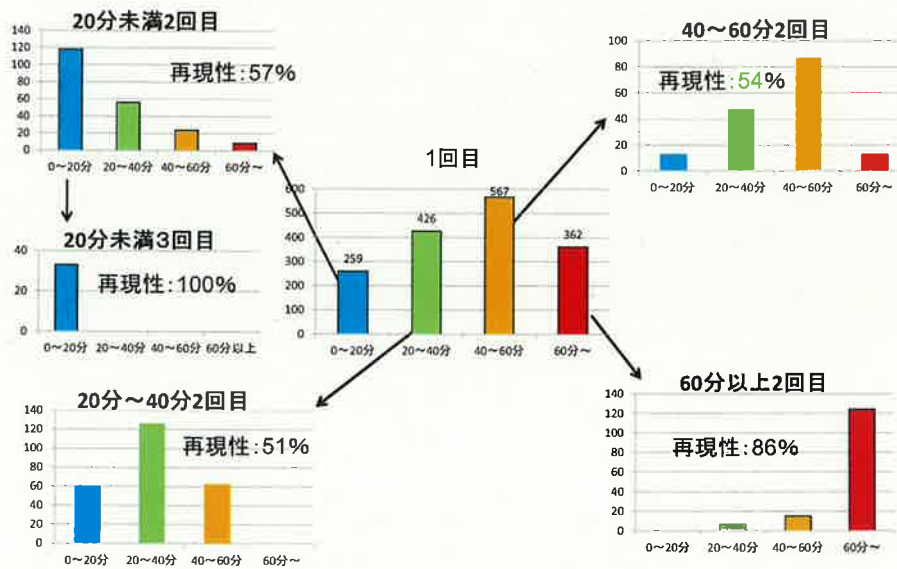


図3 表現型の分類結果

【参考文献】

- 1) Engkong Tan, Chaninya Wongwarangkana, Shigeharu Kinoshita, Yutaka Suzuki, Kenshiro Oshima, Masahira Hattori, Toshinao Ineno, et al. Global gene expression analysis of gill tissues from normal and thermally selected strains of rainbow trout. The Japanese Society of Fisheries Science Vol78
- 2) Nobuhiro Ojima, Miyuki Mekuchi, Toshinao Ineno, Koichi Tamaki, Akio Kera, Shigeharu Kinoshita, Shuichi Asakawa & Shugo Watabe. Differential expression of heat-shock proteins in F2 offspring from F1 hybrids produced between thermally selected and normal rainbow trout strains the Japanese Society of Fisheries Science Vol78