

カボスを給餌して品質改良を行った 養殖ブリの生産時期拡大のための諸検討

木藪仁和*・都留久美子・川上 恵**・徳丸泰久**

大分県農林水産研究指導センター水産研究部

Examination for expanding the production period of cultured Yellowtail fed Kabosu to improve its quality

YOSHIKAZU KIYABU, KUMIKO TSURU, MEGUMI KAWAKAMI and YASUHISA TOKUMARU

Fisheries Research Division, Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center

キーワード：かぼすブリ，血合筋，褐変時間，リモネン量

本県では、抗酸化物質を含む特産のカボスをブリに給餌して品質を改良した「かぼすブリ」が開発されており、出荷期間は大分県漁業協同組合と大分県で作成した生産マニュアルで11～3月と定められている。出荷開始を11月からとしたのは、それ以前であると出荷の主体であるブリ1歳魚のサイズが小さく、流通業者の要望に添わないからである。終了を3月までとしたのは、それ以降、血合筋の褐変が早くなる傾向にあり、かぼすブリの特徴である血合筋の色鮮やかさの効果が十分発現されないことが懸念されるからである。一方で販売は2011年の販売開始以降、増加傾向にあり、流通関係者及び生産者から、2歳魚による前倒し出荷、消費の多いGW頃までの延長出荷等々、かぼすブリの出荷時期の拡大についての要望が大きい。

本報ではかぼすブリの生産時期の拡大を目的として、マニュアル外の時期にカボスを投与したブリの品質判定を行った。また、血合筋の褐変時間について、計器による測定と販売員による評価の比較を行うとともに、生産終期における血合筋褐変の短期化と魚体の成熟との関係について検討した。

材料と方法

早期養成試験 当研究部及び臼杵市、津久見市の2業

者で行った。当研究部では平均体重2,915gのブリ2歳魚を3×3×3m生簀3面に各16尾ずつ収容した。2015年7月6日に試験を開始し、日曜日や寄生虫駆除の前日を除き1日1回、26回試験餌料を飽食給餌した後、2015年8月26日に取上げを行った。なお、同年7月16日から7月30日にはカレニア・ミキモトイによる赤潮が発生したため、休餌した。アジ主体のモイストペレット(MP)を給餌した魚を対照区とし、MPにカボス果皮粉末0.5% (粉末区)及びカボス果汁1% (果汁区)を外添して試験区とした。

2業者では体重4～6kgのブリ2歳魚で2015～2017年の7～9月に取上げを行った。各業者が使用しているMPにカボス果皮粉末0.5% (粉末区)を外添して試験区とした。対照区はカボス資材無添加餌料で養成したブリとした。

終期養成試験 供試魚は2016年及び2017年の4月に臼杵市、津久見市、佐伯市の4業者が養殖した体重3～6kgのブリ1歳魚を使用して試験を行った。各業者が使用しているMPにカボス果皮粉末(粉末区)またはカボス果汁1% (果汁区)を外添して試験区とした。対照区はカボス資材無添加餌料で養成したブリとした。これらのブリについて、同じ生産ロットの前年秋期に実施した同様の試験で得られた血合筋の褐変時間を比較した。

* 現所属：大分県漁業管理課

** 現所属：大分県南部振興局

結 果

研究部と販売現場の血合筋褐変時間の比較 2016年11月29日及び2017年4月25日に試験を実施した。県内業者が生産し、当日市場で活け締めしたかぼすブリ5尾を大分市内の販売店で購入し、半身は研究部に持ち帰り、色彩色差計で血合筋を測定した。残りの半身は販売店で商品（刺身）とし、通常の販売ショーケース内（2℃）に保存後、販売担当者に評価を依頼し、血合筋の変色により商品価値が落ちたと判断される時間を確認した。

終期における血合筋褐変の短期化の原因 2012～2016年に県内業者が生産したカボス粉末投与ブリ（かぼすブリ）とカボス無給餌のブリ（対照ブリ）の生産時期と血合筋の褐変時間との関係について整理した。

成熟と血合筋褐変の関係について、当研究部の5m×5m×5mの生簀でEPを給餌し飼育したブリ0歳魚（平均体重329g）及び2歳魚（平均体重2,958g）を試験に供した。2017年2月13日及び2017年4月6日に各6尾を取上げ、体測定、背肉の体成分組成及び血合筋の褐変時間を求めた。

検査方法 品質判定は、ユズ果汁やユズ果皮ペーストを添加飼料に用いた深田ら¹²⁾の報告に準じ、血合筋の褐変抑制とブリ筋肉中へのカボスの香气成分の移行により行った。各区から5尾を取上げ、活け締め後、県外流通を想定し、冷蔵庫内で1日保管した。翌日、血合筋を2cm四方、厚さ約0.5mmに切り出し、これを1尾あたり3枚作成し、3℃の冷蔵庫内に保管した。経時的に色彩色差計（コニカミノルタ社製 CR-13型）で試料中央部を測定し、a*（赤み）とb*（黄み）を測定して、褐変の指標とした。その結果を単回帰分析し、刺身の限界とされるb*/a*値=0.8³⁾に達する時間を求め、褐変抑制効果を比較した。また、腹部体側筋（血合筋を除く）に含まれるd-リモネン（カボスの主な香气成分⁴⁾）をガスクロマトグラフ質量分析法にて定量した。

体測定は、尾叉長、魚体重及び生殖腺重量を測定し、肥満度、生殖腺指数（GSI）をそれぞれ求めた。

体成分組成は一般成分を分析し、水分は常圧加熱乾燥法、灰分は直接灰化法、粗タンパクはケルダール法、粗脂肪量はメタノール・クロロホルム抽出法で求めた。

早期養成試験 研究部の飼育成績は表1に示したとおりである。腹部体側筋の血合筋褐変に要した時間は、粉末区で177時間、果汁区で198時間であり、対照区と比較して、粉末区では25時間、果汁区では46時間の延長が認められた。リモネン量は粉末区で0.05mg/100gの検出が認められた。果汁区は検出限界以下（0.01mg/100g以下）であった。肥満度はカボス資材投与区の方が対象区より若干低くなった。

表1 飼育成績（早期養成 研究部）

試験区	魚体重(g) (肥満度 (%))	色差0.8 の到達時間 (A)(時間)	Aの 遅延時間 (時間)	リモネン 定量値 (mg/100g)
対照区	3,045 (16.5)	152	—	—
粉末区	2,941 (15.4)	177	25	0.05
果汁区	2,993 (15.7)	198	46	N.D

2業者の飼育成績は表2に示したとおりである。各粉末区の血合筋褐変に要した時間は86～161時間であり、対照区と比較して、18～99時間の延長が認められた。腹部体側筋のリモネンの定量は2015年7月22日及び同年8月10日（生産者A取上げ分）の粉末区で行ったところ、それぞれ0.40mg/100g、0.27mg/100gの検出が認められた。肥満度の差異は特になかった。

表2 飼育成績（早期養成 生産者）

生産者 (取上日)	試験区	給餌回数	魚体重(g) (肥満度 (%))	色差0.8 の到達時間 (A)(時間)	Aの 遅延時間 (時間)	リモネン 定量値 (mg/100g)
A (2015. 7.22)	対照区	15	5,664 (16.7)	62	—	—
	粉末区		5,752 (17.2)	86	24	0.40
A (2015. 8.10)	対照区	26	5,544 (17.3)	77	—	—
	粉末区		6,160 (17.1)	95	18	0.27
A (2016. 8.22)	対照区	17	4,722 (16.4)	76	—	—
	粉末区		5,602 (16.2)	95	19	—
B (2016. 9.12)	対照区	26	5,544 (17.3)	60	—	—
	粉末区		6,160 (17.1)	88	28	—
A (2017. 8.17)	対照区	17	4,193 (16.6)	62	—	—
	粉末区		5,273 (17.0)	161	99	—

終期養成試験 4業者の飼育成績は表3、表4に示したとおりである。各試験区の血合筋褐変に要した時間は16～33時間であり、早期養成試験に比べ非常に短かった。対照区との褐変時間の差は-7～8時間で、延長が認められないか、短い延長時間であった。同じ生産ロットの当年4月（終期養成試験）と前年秋期のカボス資材投与ブリの血合筋褐変に要した時間は図1、図2に示したとおりである。終期養成試験では同じ生産ロットの前年秋期に比べ、血合筋褐変に要した時間は13～39%に減少した。2016年4月および同じ生産ロットの前年秋期に定量した腹部体側筋のリモネン量は図3に示したとおりである。全ての試験区で0.10～1.10mg/100gの検出が認められた。業者毎の過去の秋期におけるリモネン量と概ね同等であった。肥満度の差異は特になかった。

研究部と販売現場の血合筋褐変時間の比較 研究部での色彩差計による測定で血合筋褐変に要した時間と販売現場で商品価値が落ちたと判断された時間は図4に示したとおりである。2016年11月29日の血合筋褐変時間は研究部測定が75時間、販売現場判断が10時間、2017年4月25日ではそれぞれ35時間、6時間であった。研究部測定で血合筋褐変に要した時間に対し、販売現場判断で商品価値の落ちる時間は11月で13%、4月で17%と短かった。

終期における血合筋褐変の短期化の原因 2012～2016年に業者が生産したカボス粉末投与ブリの血合筋褐変に要した時間及び対照区に対する褐変延長時間は図5、図6に示したとおりである。カボス粉末投与ブリの血合筋褐変に要する時間は、9～12月には60～160時間であったが、生産時期の経過とともに減少し、4月以降は40時間未満になった。対照区に対する褐変延長時間は、9～2月にはほとんど10～30時間であったが、生産時期の経過とともに減少し、4月以降は10時間未満からマイナス値となった。

研究部での供試魚の飼育結果は表5に示したとおりである。2月から4月にかけて、0歳魚、2歳魚ともに肥満度、GSIが増加し、特に2歳魚ではGSI 1.73%となった。体成分組成は図7、図8に示したとおりである。2歳魚に比べ0歳魚は水分割合が比較的高く、脂肪割合は低かった。0歳魚、2歳魚ともに2月と4月の体成分組成の変化はほとんどなかった。血合筋褐変に要し

た時間は図9に示したとおりである。2歳魚に比べ0歳魚は血合筋褐変に要した時間が長かった。

表3 2016年飼育成績（終期養成 生産者）

生産者 (取上日)	試験区	給餌回数	魚体重(g) (肥満度 (%))	色差0.8 の到達時間 (A)(時間)	Aの 遅延時間 (時間)
A (2016. 4.6)	対照区	33	3,716 (19.2)	22	-
	粉末区		4,016 (20.1)	29	7
A (2016. 4.25)	対照区	36	4,304 (19.3)	16	-
	粉末区		4,414 (19.7)	18	2
B (2016. 4.4)	対照区	34	5,118 (19.9)	23	-
	果汁区		5,216 (20.7)	16	-7
B (2016. 4.25)	対照区	39	5,286 (20.0)	17	-
	果汁区		5,698 (22.2)	17	0
C (2016. 4.4)	対照区	45	5,600 (21.2)	21	-
	粉末区		5,880 (24.1)	18	-3
C (2016. 4.26)	対照区	54	5,174 (20.8)	21	-
	粉末区		6,362 (21.1)	20	-1
D (2016. 4.4)	対照区	38	5,118 (19.9)	25	-
	粉末区		5,216 (20.7)	33	8
D (2016. 4.26)	対照区	42	5,314 (20.4)	28	-
	粉末区		5,254 (18.8)	32	4

0歳魚、2歳魚ともに2月に比べ4月の血合筋褐変に要した時間は短く、2歳魚で31%、0歳魚で44%に減少した。個体毎の血合筋褐変時間とGSIの関係は図10、図11、図12、図13に示したとおりである。0歳魚の2月ではGSIが大きくなると褐変時間は若干短くなった。2歳魚の2月ではGSI値にかかわらず、褐変時間はほぼ一定であった。0歳魚の4月ではGSIが大きくなると褐変時間が長くなった。2歳魚の4月ではGSIが大きくなるほど褐変時間は短くなった。

表4 2017年飼育成績（終期養成 生産者）

生産者 (取上日)	試験区	給餌回数	魚体重(g) (肥満度 (%))	色差0.8 の到達時間 (A)(時間)	Aの 遅延時間 (時間)
A (2017. 4.12)	対照区	17	4,634 (21.6)	21	-
	粉末区		4,194 (20.3)	16	-5
B (2017. 4.19)	対照区	30	5,286 (20.5)	27	-
	粉末区		5,698 (19.3)	25	-2
C (2017. 4.19)	対照区	27	4,666 (20.9)	17	-
	粉末区		4,634 (21.1)	25	8
D (2017. 4.3)	対照区	22	4,972 (17.7)	30	-
	粉末区		5,166 (19.4)	28	-2

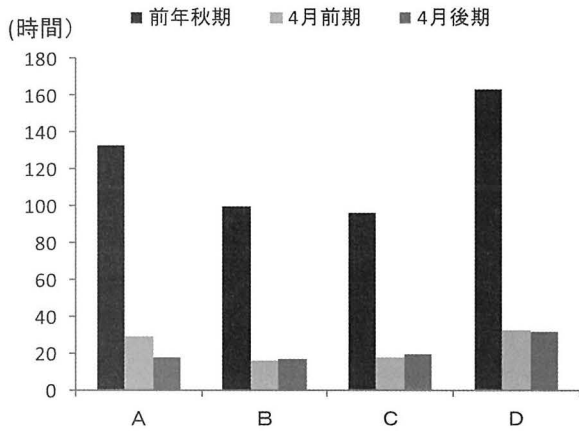


図1 業者毎の2015年秋期及び2016年4月のカボス資材投与ブリ血合筋の褐変時間

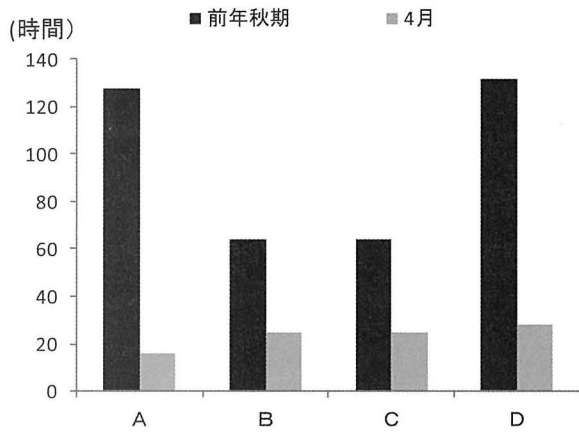


図2 業者毎の2016年秋期及び2017年4月のカボス資材投与ブリ血合筋の褐変時間

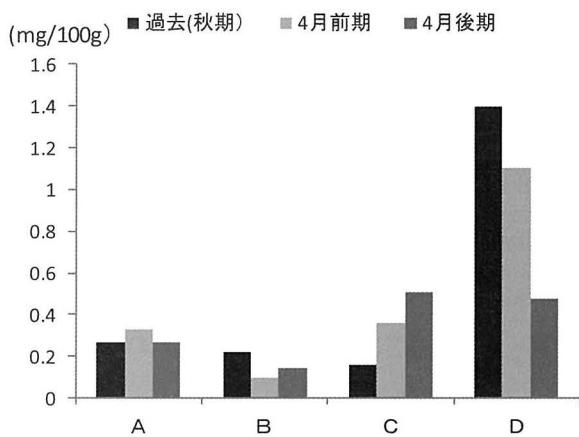


図3 業者毎の過去(秋期)及び2016年4月のカボス資材投与ブリ体側筋のリモネン定量値

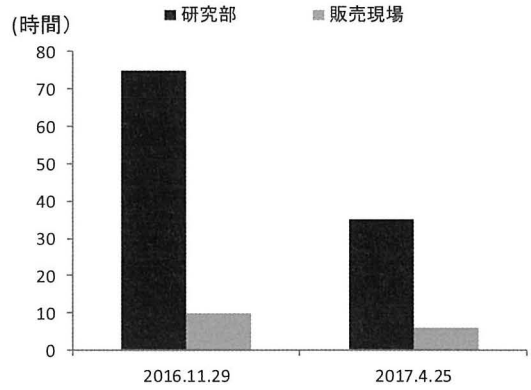


図4 研究部と販売現場の血合筋褐変時間

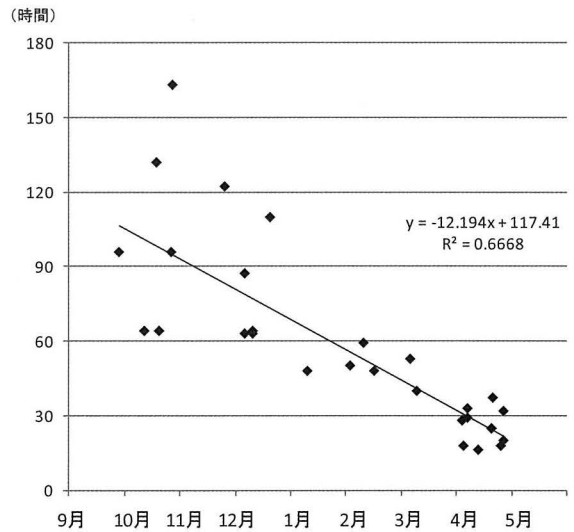


図5 業者が生産したカボス粉末投与ブリの血合筋褐変時間（2012～2016）

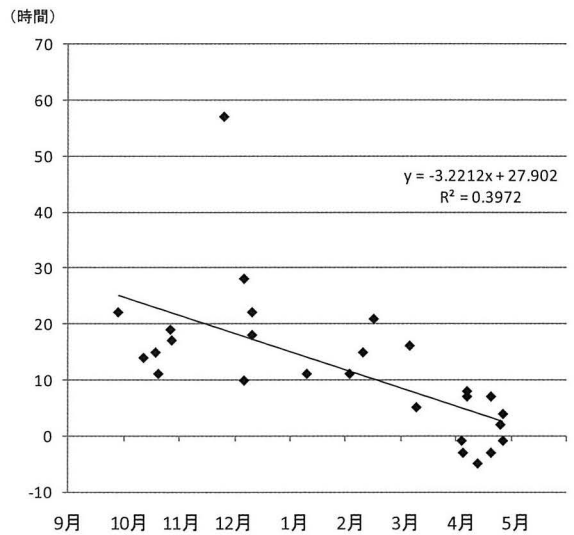


図6 業者が生産したカボス粉末投与ブリの対照区に対する血合筋褐変延長時間（2012～2016）

表5 飼育成績 (成熟 水産研究部)

ブリ年齢(歳)	取上日	魚体重(g) (肥満度 (%))	GSI
0	2017.2.13	329 (14.6)	0.06
	2017.4.6	354 (15.2)	0.21
2	2017.2.13	2,958 (18.6)	0.38
	2017.4.6	2,798 (19.3)	1.73

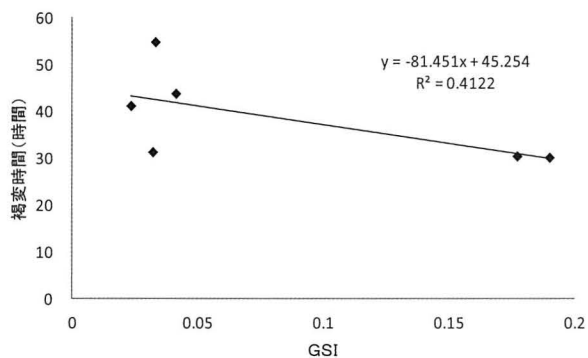


図10 0歳魚の2月の血合筋褐変時間とGSI

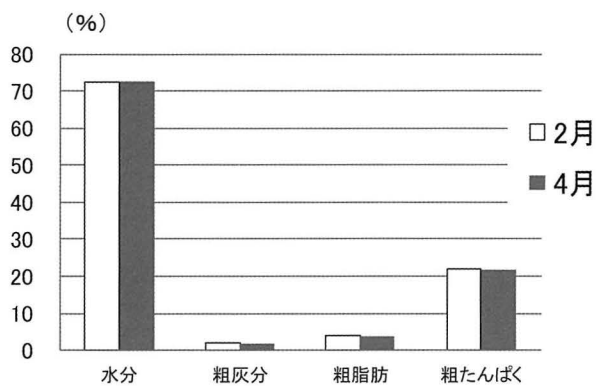


図7 0歳魚の体成分組成

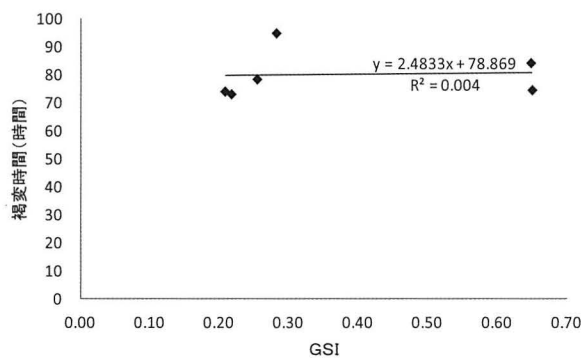


図11 2歳魚の2月の血合筋褐変時間とGSI

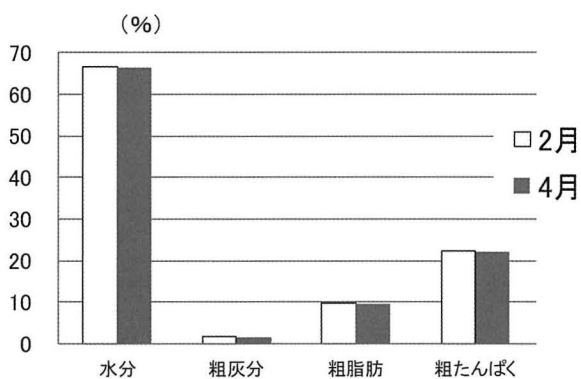


図8 2歳魚の体成分組成

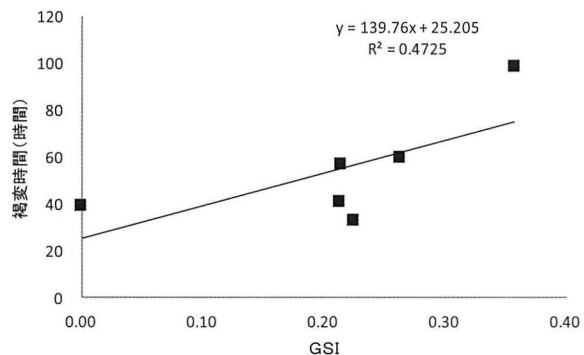


図12 0歳魚の4月の血合筋褐変時間とGSI

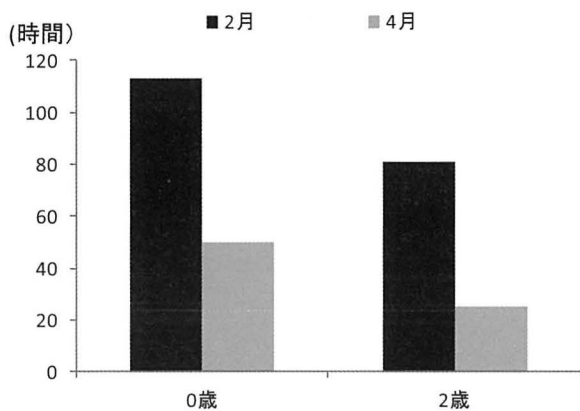


図9 0歳魚、2歳魚の2月、4月の血合筋褐変時間

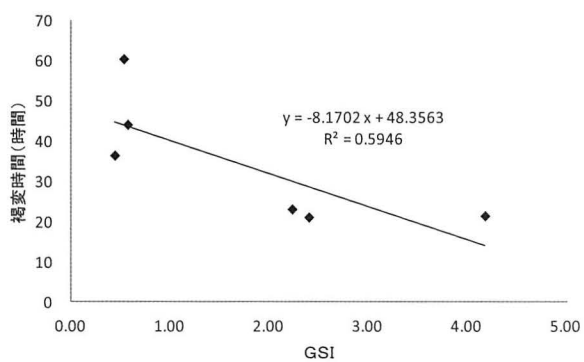


図13 2歳魚の4月の血合筋褐変時間とGSI

考 察

ブリ2歳魚を対象にした早期養成試験において、全ての試験区でカボス資材投与ブリの血合筋褐変に要した時間、対照区との褐変時間差ともに通常の出荷期間と遜色なく、かぼすブリの特徴である血合筋の色鮮やかさの効果が認められた。深田⁵⁾はユズ果皮ペーストを給餌したブリ（柚子ブリ）の販売を冬期に限定した理由について、脂肪の蓄積と柑橘香の付加に必要な摂餌、給餌から判断したとしている。早期養成のブリ2歳魚は、体側筋からのリモネン量も既報^{6,7)}による果皮粉末給餌のブリ出荷魚の水準と同等であり、かぼすブリの特徴を十分に備えているものと判断された。

ブリ1歳魚を対象にした終期養成試験において、全ての試験区でカボス資材投与ブリの血合筋褐変に要した時間、対照区との褐変時間差ともに通常の出荷期間と比較して短く、同じ生産ロットの前年秋期と比較しても非常に短かった。一方、リモネンについては、早期養成試験と同様、既報^{6,7)}による果皮粉末給餌のブリ出荷魚の水準と同等であった。

研究部と販売現場の血合筋褐変時間の比較において、販売現場の刺身での血合筋の変色により品質劣化と判断される時間は、研究部で褐変到達時間とされた時間の概ね15%程度であった。早期養成試験及び終期養成試験のカボス資材投与ブリの血合筋褐変到達時間はそれぞれ概ね90時間、25時間であるので、刺身を製造後、販売現場で変色を起こさず販売できる時間はそれぞれ13時間、4時間程度と推察される。早期養成では、研究部の試験で対照ブリと比較して20時間以上変色が遅れることから、販売現場では3時間以上血合筋の色鮮やかさが持続することが推察され、販売時間をより長くとれる利点がある。一方、終期養成のカボス資材投与ブリでは、体側筋からのリモネン量は通常のかぼすブリ出荷魚の水準と同等であるが、血合筋の色鮮やかさの効果は期待できず、販売時間もカボス資材無投与のブリとほとんど変わらない。ブランド化のためには他との品質の差別化が必要であるが、品質の差が明確でない時期については販売しないなど、販売期間を限定する取決めが必要であろう。

終期における血合筋褐変の短期化の原因については、秋期から春期にかけて血合筋の褐変到達時間が短くなる傾向にあった。研究部において2月と4月の褐変時間を比較すると、0歳魚、2歳魚ともに4月の方が短く

なり、特に2歳魚での減少割合が大きく、また、4月の2歳魚ではGSIの増加に伴い褐変時間が減少する傾向にあった。白石⁸⁾らは長崎県五島列島周辺海域で2～4月の産卵期に漁獲された天然ブリの成熟を調査し、GSIが2.0～2.2以下のものは未成熟、成熟年齢は2歳と推定している。GSIが2.0以上の4月の2歳魚では褐変時間が全て30時間未満と短いことから、成熟が褐変時間の減少に関わる可能性が示唆された。しかし、天然魚と養殖魚の成熟特性等は違うことも考えられることから、さらに供試魚を増やしての検討が必要である。志水⁹⁾らは近畿大学水産研究所で養成したブリ（ハマチ及びメジロ）筋肉一般成分の季節変化を調べ、成熟現象を脂質含量変動の一因としたが、今回の試験では成熟状態の異なる2月と4月の2歳魚で脂質含量に変化はみられず、異なる結果となった。また、志水らは生殖腺の未発達な1.5kg前後のハマチでも成熟とともに脂質が減少すること、6.5kg前後のメジロで生殖期を過ぎて夏まで脂質が減少し続けることから、成熟現象だけで脂質含量の変動を説明することは困難としている。大山¹⁰⁾はブリ血合筋褐変の原因となるメトミオグロビンの生成抑制効果は飼育水温及びブリの生理状態に影響されることを報告している。また、久保¹¹⁾は、長崎総合水産試験場で養成したブリの季節ごとの褐変状況を調べ、産卵期は褐変を促進するpHの低下¹²⁾が見られたと報告している。本研究においても血合筋褐変の短期化に飼育水温や生理状態等、様々な要因が影響を与えた可能性があり、さらに検討が必要である。

摘 要

- 1 カボス資材を給餌して品質改良を行った養殖ブリ（かぼすブリ）の生産時期拡大のため、生産マニュアルの出荷期間（11～3月）前後の養成試験を行い、品質を判定した。
- 2 2歳魚における7～9月のカボス資材投与で、血合筋の褐変時間の延長、体側筋からのリモネン量ともに十分な効果が認められた。
- 3 1歳魚における4月のカボス資材投与で、体側筋のリモネン量は効果が認められたものの、血合筋の褐変時間は短く、褐変時間の延長はみられなかった。
- 4 研究部と販売現場の血合筋褐変時間の比較を行い、販売現場でのかぼすブリが変色を起こさず販売できる期間は、11月では13時間程度、4月では4時間程

度と推察された。

- 5 かぼすブリの血合褐変時間は秋期から春期にかけて徐々に短くなる傾向にあった。2～4月にかけて、0歳魚、2歳魚にかかわらず、ブリの血合褐変時間は短くなるが、2歳魚の減少割合が比較的大きかった。GSIの発達する2歳魚ではGSIの増加に伴い、褐変時間が短くなる傾向にあった。

引用文献

- 1) 深田陽久・橋口智美・柏木丈弘・妹尾歩美・高桑史明・森岡克司・沢村正義・益本俊郎:ユズ果汁添加餌料を給与したブリにおける血合筋の褐変抑制と筋肉中からのユズ香気成分の検出(2010).日本水産学会誌, **76**,678-685.
- 2) 深田陽久・古谷尚大・益本俊郎:ユズ果皮ペースト添加飼料を給与したブリ幼魚における血合筋の褐変抑制(2012).水産増殖,**60**(1),135-137.
- 3) Hiraoka Y,Ohsaka E,Narita K,Seki N(2004):Preventive method of color deterioration of yellowtail dark muscle during frozen strage and post thawing. Fish.Sci.**70**:1130-1136.
- 4) 広瀬正純:カボス果実の収穫時期と品質. 大分県農水産物加工総合指導センター研究報告 1 1990:40-45.
- 5) 深田晴久:柑橘類(ユズ)を用いた“香る”養殖ブリの開発.Kagaku to Seibutsu **54**(4)(2016):294-297.
- 6) 木藪仁和・川上恵:地域養殖業振興対策事業-2 かぼすブリ付加価値向上対策事業. 平成26年度大分水研事業報告 2014:110-113.
- 7) 木藪仁和・川上恵:地域養殖業振興対策事業-2 かぼすブリ付加価値向上対策事業. 平成27年度大分水研事業報告 2015:88-90.
- 8) 白石哲朗・大下誠二・由上龍嗣:九州西岸域で漁獲されたブリの年齢,成長及び繁殖特性(2011).水産海洋研究,**75**(1),1-8.
- 9) 志水寛・多田政実・遠藤金次:ブリ筋肉化学組成の季節変化-I(1973).日本水産学会誌,**39**(9),993-999.
- 10) 大山憲一・栩野元秀・植野豊・竹森弘征・多田武夫:養殖ブリの血合筋の褐変抑制に及ぼすオリーブ葉粉末添加飼料の投与効果(2010).水産増殖,**58**(2), 279-287.
- 11) 久保久美子・桑原浩一・野口絵里香・谷山茂人・橘勝康・村田昌一:養殖ブリ血合筋の褐変に及ぼす飼料および季節の影響(2018).日本水産学会誌, **84**(3),399-407.
- 12) 久保久美子・桑原浩一・野口絵里香・谷山茂人・橘勝康・村田昌一:養殖ブリ血合筋の褐変機序に及ぼす筋肉糖代謝並びに脂質酸化の影響(2018).日本水産学会誌, **84**(3), 408-416.