

지속 가능한 양식업 발전을 위한 정책적 제안

이화용 · 임태훈 · 강형구* · 한병석†
한양대학교(학생) · *†한양대학교(교수)

Policy Suggestions for Sustainable Aquaculture Development

Hwa-Yong LEE · Tai-Hun IM · Hyoung-Goo KANG* · Byung-Suk HAN†
Hanyang University(student) · *†Hanyang University(professor)

Abstract

Aquaculture is a very important growth industry that can provide us with stable food supply and overcome fish species depletion. However, there have been many studies centered on technology development rather than on how to accurately categorize the potential for development and provide it in economic terms. In this study, for the first time in the aquaculture industry, strategic fish species are selected and provided through the BCG Matrix method to clarify the economic aspects of vitalization of star fish species, expansion of cash cow fish species, challenges for the government to move star fish species such as fish species located in question marks, company case studies, accurate reporting obligations to reduce asymmetry of information on fish farmers, and support for future technology development.

Key words : Aquaculture, Boston consulting group's product portfolio matrix, State of the aquaculture industry, Aquaculture structure, Aquaculture case studies

I. 서론

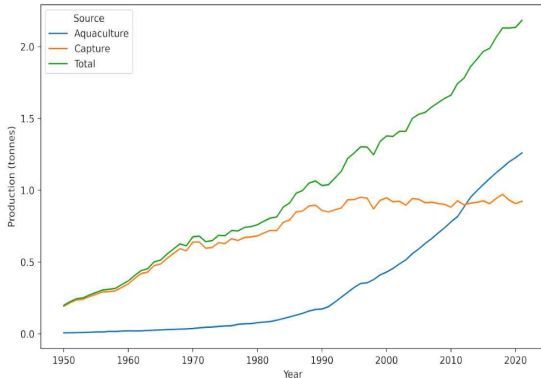
세계 어업·양식업 동향(The state of world Fisheries and Aquaculture 2022, FAO) 보고서에 의하면, 세계 수산물 생산량은 2억 1,400만 톤(2020년 기준)으로 수생동물은 1억 7,800만 톤, 조류는 3,600만 톤을 차지하고 있다.

이 중 수생동물은 2030년까지 2억 4,400만 톤까지 증가할 것으로 예측하였다. 또한, 세부적 지표상으로 내수면과 해면어업의 생산량이 190만 톤(내수면 60만 톤, 해면 130만 톤) 감소한 반면, 양식수산물은 230만 톤(내수면 110만 톤, 해면 120만 톤) 증가하여 1차 산업 어업이 포획·채취 산업에서 기르는 양식산업으로 미래 생산구조의

변화가 이루어지고 있음을 보여주고 있다.[Fig. 1] 이렇듯 양식산업은 안정적인 식량자원을 공급하고, 미래 산업의 먹거리이자, 향후 고부가가치 산업, 소득 성장에 주요 산업으로 자리를 잡을 것으로 보인다.

해외에서는 양식산업에 대한 많은 관심과 연구, 투자가 진행되고 있다. 그중 중국의 경우 산둥대학교와 지역 산하기관에서 실시한 연구 "Automatic Fish Counting in Aquaculture with Dense Multi-scale Feature Aggregation Network" (Hanchi Liu et al., 2023)에서는, 심해 양식장에서 중요한 어류 개체 수를 파악하기 위하여 고밀도 멀티-스케일로 어종의 수량을 추정하는 방법을 연구하고 있다.

† Corresponding author :  bhan@hanyang.ac.kr



[Fig. 1] Trends in fisheries production by year (Global BCG Matrix (FAO)).

A Smart Aquaculture System Exploiting IoT, AI and Cloud Computing(Bin Wu et al., 2023)은 빅데이터에 기반한 분석으로 양식업의 전방위적 모니터링을 수행하며, 수산물 전체 생애주기를 관리하는 기술을 제시하기도 하였다. 또한, KOTRA 해외시장 뉴스에는 기후변화와 재생 가능한 바이오 원료의 필요성을 제기하며 해조류에 대하여 연구하고 있다.

양식 기술 이외 연구로서는 노르웨이 연어양식에 미치는 영향을 경제적 요인과 사회적 요인으로 나누어 조사한 결과 양식업이 발달한 지역일수록 우호적 인식이 강하였으며, 경제적 요인 중 이익은 지역사회에 환원하기 위하여, 공평한 분배를 강조하였다(Misund, Bård et al 2023). 오스트레일리아에서는 새로운 양식 어종에 대한 가격 추정을 Hedonic Pricing Approach 방법으로 연구한 사례도 있었다. 이 사례는 새롭게 생산된 어종에 대한 예상가격을 추정한 연구로서, 제품 형태(예: 통살, 필렛, 신선, 냉동 등)와 맛의 특성(예: 질감, 촉촉함)을 포함한 어종의 특성이 가격에 회귀한다고 하였으며, 검증 방법은 log-linear, linear, semi-loglinear and the use of a Box-Cox transformation 4가지의 모델을 통하여 실시하였다. 이러한 연구는 합리적이며, 좋은 연구 사례로 평가된다.

우리나라 양식산업은 1960년~70년대 해조류인 미역과 김에 대한 양식 성공을 시작으로 패류인 굴 양식 등이 확대되고, 이 시기에 종묘 시험장도 설립되면서 양식산업의 토대를 마련하였다. 1980년대부터는 어류양식을 시작으로 양식산업이 급속하게 발전하기 시작하였으며, 양식 어종으로 넙치, 전복, 참굴, 김 등을 생산하였다.

사례 연구로는 기초 기반에 대한 연구 강화, 노동력 저감을 위한 기계 자동화, 스마트화, 인공지능을 통한 양식 기술의 표준화 제시 등이 필요하다는 연구가 있었다(Myung 2017).

Kim(2012)은 양식업에 대한 경제적 분석을 실시한 연구로서 어류양식업을 대상으로 재무적 타당성을 검증하여 양식경영에 필요한 최소 기준을 제시하였다.

양식산업의 현황 및 전망(Bae et al., 2001)에서는, 1998년 Brown박사의 저서를 인용하여 중국이 향후 곡물 및 단백질 식품의 최대 수입국이 될 것이므로 향후 우리나라 양식산업의 발전을 견인하기 위한 정부 차원에서의 위원회 설립을 주장하였다.

최근 연구에서는 양식품종에 대한 경제적 비교 분석이 많이 되고 있다. 전복 해상가두리 양식업의 품종별 경제성 비교분석(Kim et al., 2020)에서는 성장도가 우수한 북방전복과 등근전복의 교잡 품종이 높은 매출 이익률과 낮은 생산원가를 보여주었다. 또한, 완도지역의 광어 양식업 경제성 분석(Kim et al., 2021)에서는 완도지역의 양식 광어 생존율(77.6%)이 "Jwa et al, 2020"의 제주지역 광어 생존율(54.5%)보다 23.1% 높게 나타났다.

그러나 완도지역은 업체별, 지역별 생존율 격차가 존재하였고, 기술개발, 우량종자 생산에 대한 보완이 필요하며, 시장가격 안정화 정책과 생산비용에 상당 부분을 차지하는 사료 개발의 필요성을 제기하였다.

이러한 연구들과 더불어 양식산업은 꾸준히 성장하게 되었고, 정부도 제3차 해양수산물발전기본계획(2021~2030)을 발표하며, 경쟁력 강화를 위한

제도적 기반 및 R&D 지원 방안을 마련하였다.

그러나 수산물은 기후와 수온의 변화에 민감하게 반응하고, 어종이 다양하며, 내수면과 해면의 생태조건 등에 따라 양식 대상 품종이 다르고, 생산 방법 또한 체계적이지 않은 등 양식에 관련된 많은 어려움이 있다. 또한, 어업인은 자신만의 양식 방법이 체계적이지 않아 세대 간 기술 이전도 용이하지 않다.

이에 본 연구는 양식업 발전을 위해 먼저 해외 및 우리나라 양식업 현황을 파악하여, Boston Consulting Group's product portfolio matrix(이하 "BCG Matrix")를 통해 글로벌과 우리나라의 차이점 및 특징을 분석하고, 고부가가치 어종을 발굴하여 정책적 제언을 하고자 한다.

이 연구는 양식업 발전을 위한 전략적인 방안 및 실효성 있는 정부 지원의 기틀을 마련하는데 그 의미가 있다.

II. 연구 방법

1. 양식업 현황

유엔식량농업기구(Food and Agricultural Organization of United Nations, FAO, 2022)의 자료에 따르면, 전 세계 양식업 중 해면어업은 중국이, 내수면어업은 인도가 수위를 차지하였다.

해면어업은 중국이 독보적으로 많았으며, 생산량이 1,177만 톤(전 세계 생산량의 15%)으로 1위, 다음으로 인도네시아 643만 톤(8%), 페루 561만 톤(7%), 러시아 479만 톤(6%), 미국 423만 톤(5%) 순으로 나타났으며, 우리나라는 136만 톤(약 2%)

이었다.

내수면어업은 인도가 180만 톤(전 세계생산량의 16%), 중국 146만 톤(13%), 방글라데시 125만 톤(11%), 미얀마 84만 톤(7%), 우간다 56만 톤(5%), 인도네시아 49만 톤(4%) 등의 순이었다.

우리나라의 통계자료(KOSIS)를 보면, 총 10,046건, 총면적은 161,460ha (2022년 기준) 이었으며(<Table 1> 참조), 품종별로는 패류 양식이 5,220건, 지역별로는 전남지역이 5,450건으로 가장 높게 나왔으며, 다음으로 경남이 2,347건으로 집계되었다.

특히, 남해지역의 경우 특성상 섬과 만입부가 형성되어 있어 전남과 경남 중심으로 해조류와 패류 양식장이 발달 되었으며, 이 지역 면적만 전국 양식 면적의 82%를 차지하고 있다. 전남의 경우 갯벌에서는 김, 새꼬막 양식을 천혜역에서는 미역, 다시마 양식, 전북 사료용(해조류)으로 사용하는 복합양식업이, 경남에서는 다도해와 만입부 발달로 태풍에 강한 굴, 우렁챙이, 어류 등의 수하식 양식업이 발달하였다.

2. BCG Matrix 분석

BCG Matrix(Growth-Share Matrix)는 다각화된 기업이 효율적 사업으로 분류하는데 도움이 되는 전략 계획 기법으로 2x2 매트릭스 체계를 통한 단순화하는 기법으로 사용된다. 또한 명확하고 직관적인 자료를 보여줌으로써 사업의 효율성을 제공할 수 있다(Madsen 2017). 그러므로 이 방법을 통해 각 어종을 분류함으로써 양식산업에서 수익성과 효율성이 높은 자료를 제공할 수 있다.

<Table 1> Regional aquaculture fishing rights by species(2022)

(Unit : cases, ha)

Classification	Pusan	Incheon	Ulsan	Gyeonggi	Gangwon	Chungnam
Number of Licenses	122	197	54	20	211	742
Area	1,289	1,650	405	921	5,910	9,027
Classification	Jeonbuk	Jeonnam	Gyeongbuk	Gyeongnam	Jeju	Total
Number of Licenses	395	5,450	452	2,347	56	10,046
Area	5,669	120,427	3,205	11,772	1,193	161,460

Source : <https://kosis.kr/index/index.do>

또한, 수요자의 변화가 양식산업의 경제적 효과에 영향을 주는 것을 알아볼 수 있다. 즉 최종 수요가 1.2배 증가 시 생산 유발효과는 1.6배, 직접 효과는 1.2배, 간접효과 1.9배로 증가한다고 하였다(Cho et al., 2023).

먼저 BCG Matrix 분석을 하기에 앞서 데이터 선정을 위해 유엔식량농업기구(Food and Agricultural Organization of United Nations, FAO)의 글로벌 양식 생산액 데이터를 사용하였으며, 데이터 기간은 1984년부터 2021년까지 선정, 품종은 3A코드 기준으로 710개종, 학명 기준(Scientific Name) 702개 종, 일반 영문 품종명 (Species Name) 기준 661개 종으로 하였으며, 지역 및 수역별은 22개 지역 구분하여 실시하였다. 또한, 우리나라 자료도 동일한 조건으로 산출하였다.(<Appendix> 참조)

III. 연구 결과

1. BCG Matrix 결과

FAO 데이터<Table 2>에서 전 세계 어종을 대상으로 연간생산액 비중 1% 이상 되는 어종을 상하 구분, 연평균 로그 성장율 4% 되는 기준으로 하여 산출한 결과 총 99개 어종이 선택되었다.

이 결과 Star 어종은 “흰다리새우, 붉은 가제, 대서양 연어, 조기, 쏘가리, 굴” 등이, Cash cow에는 “참게, 잉어류, 바지락, 블랙타이거 새우, 민물 새우” 등이 위치하였다. Question Mark는 “전복, 뱀장어, 대하, 넙치, 부세, 참돔” 등이며, Dog에는 “김, 방어, 메기” 등이 위치([Fig. 2])하였다.

또한, 대륙별로 어업생산 현황을 보면 아시아 지역 성장세가 매우 높은 것으로 나타났으며, 양식산업도 독보적으로 나타났다([Fig. 3]).

우리나라의 경우 조건을 연간생산액 비중은 글로벌 기준인 1%로 하였으나, 연평균 로그 성장율은 7%로 하였다(<Table 3>). 이는 우리나라의 경우 글로벌보다 세분화하기 위해 설정하였다.

BCG Matrix 분석 결과, 연도 (2018-2021) 데이터가 없는 경우는 제외하고는, 최종 품종으로 56개 어종이 선택되었다.

분석 결과([Fig. 4]), 오른쪽 상단 사분면 Star에 위치하는 품종은 “뱀장어(장어), 참굴, 볼락, 미역, 넙치, 바지락” 등이, 오른쪽 하단 Cash cow에는 “전복, 흰다리새우, 굴, 김, 홍합” 등이 위치하였다. 왼쪽 상단 Question Mark는 “퀴치, 잿방어, 청각, 민어, 대하” 등이며, Dog에는 “고등어, 피조개, 능성어, 복어” 등이 위치하였다.

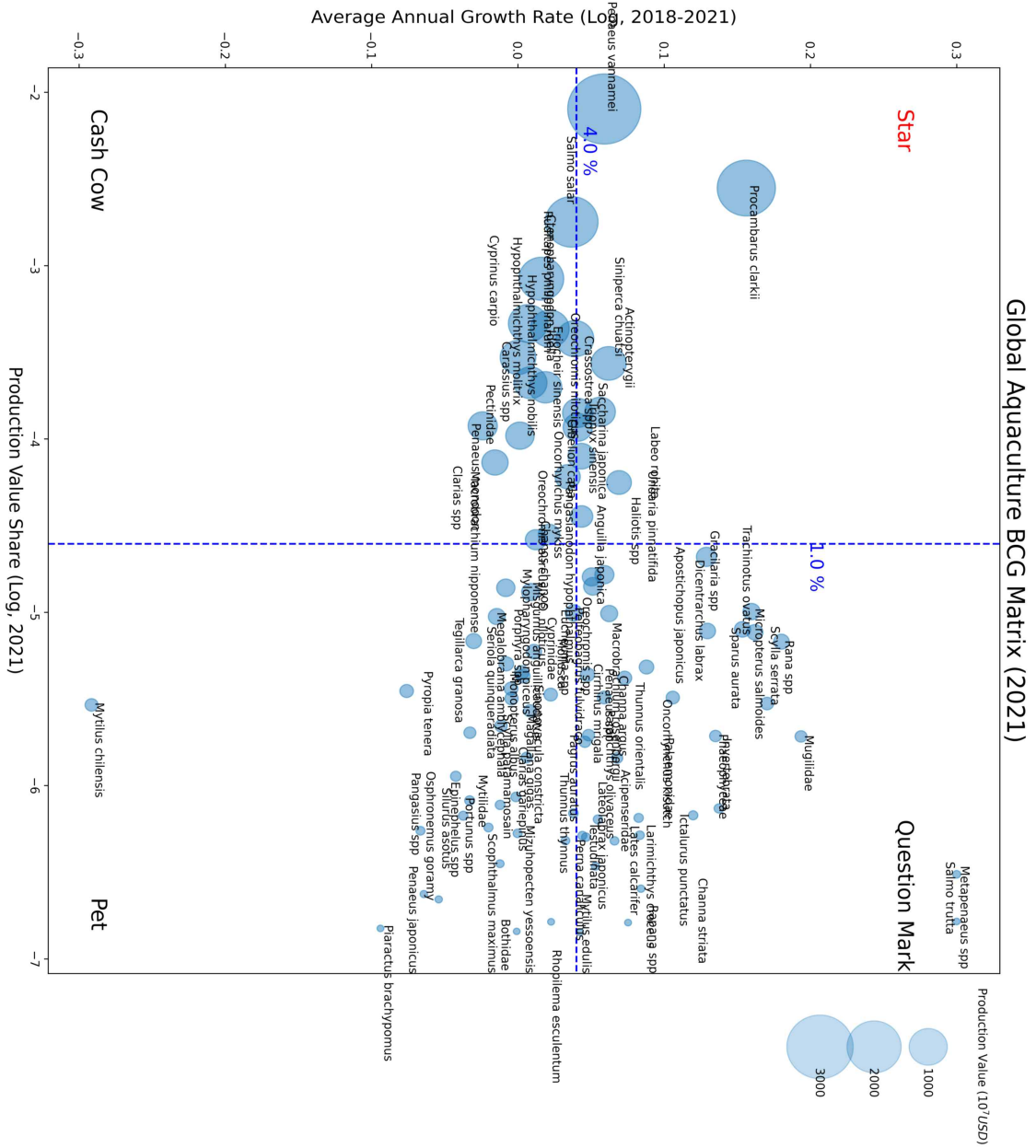
김의 경우 최근 수출 증가로 2023년 12월 21일 1조원을 돌파하였으며, 정부에서는 경쟁력 제고를 위해 김산업 진흥구역 3곳(신안군, 해남군, 서천군)을 지정, 지원을 강화하고 있으며, 제1차 김산업 진흥 기본계획(2023년~2027년)을 수립, 2027년 10억 달러를 목표로 산업을 육성하고 있다.

2022년 지역별 생산액 기준(해면양식, 내수면 어업)을 보면, 전남(55.3%), 경남(17.8%), 제주(9.6%) 지역 순([Fig. 5])으로 나타났다.

이외 상위 10개 품종, 지역별 생산량[Fig. 6]을 보면, 전남은 다시마(93.9%), 미역(88.9%), 김(80.2%) 순으로 나타났으며, 경남의 경우 굴(84.7%), 참돔(84.2%), 조피볼락(48.8%) 순으로 제공하는 주로 넙치(47%)가 생산되었다.

<Table 2> Value of production (in USD 1000) Basic statistics (all)

N.Obs	mean	std	min	25%	50%	75%	max
78792	50892.45	391622.85	0	0	200	3841.525	22878039.8

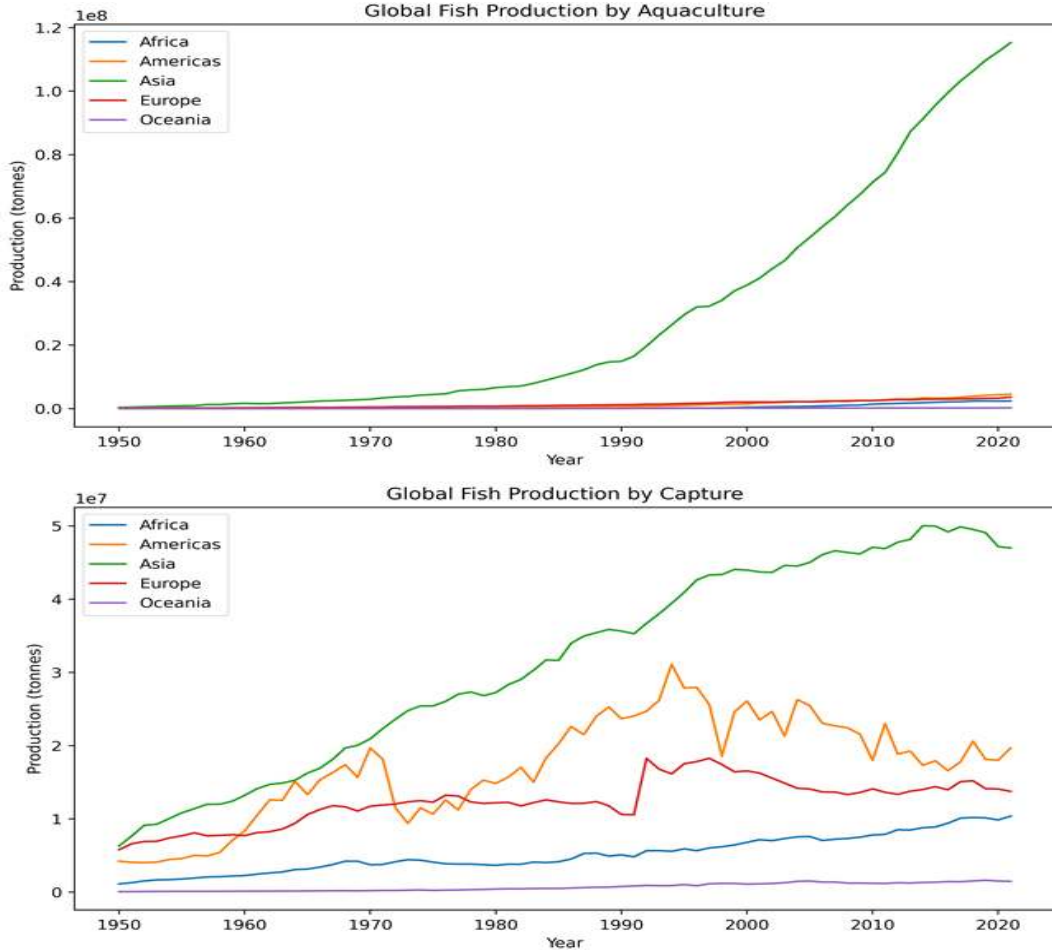


[Fig. 2] Output as a percentage of CAGR results (Global BCG Matrix (FAO)).

<Table 3> Extract South Korea aquaculture output data from all data

N.Obs	mean	std	min	25%	50%	75%	max
2131	24598.89	68189.75	0	129.95	2069.55	14483.61	656534.52

지속 가능한 양식업 발전을 위한 정책적 제언



[Fig. 3] Fisheries and aquaculture production by continent(FAO).

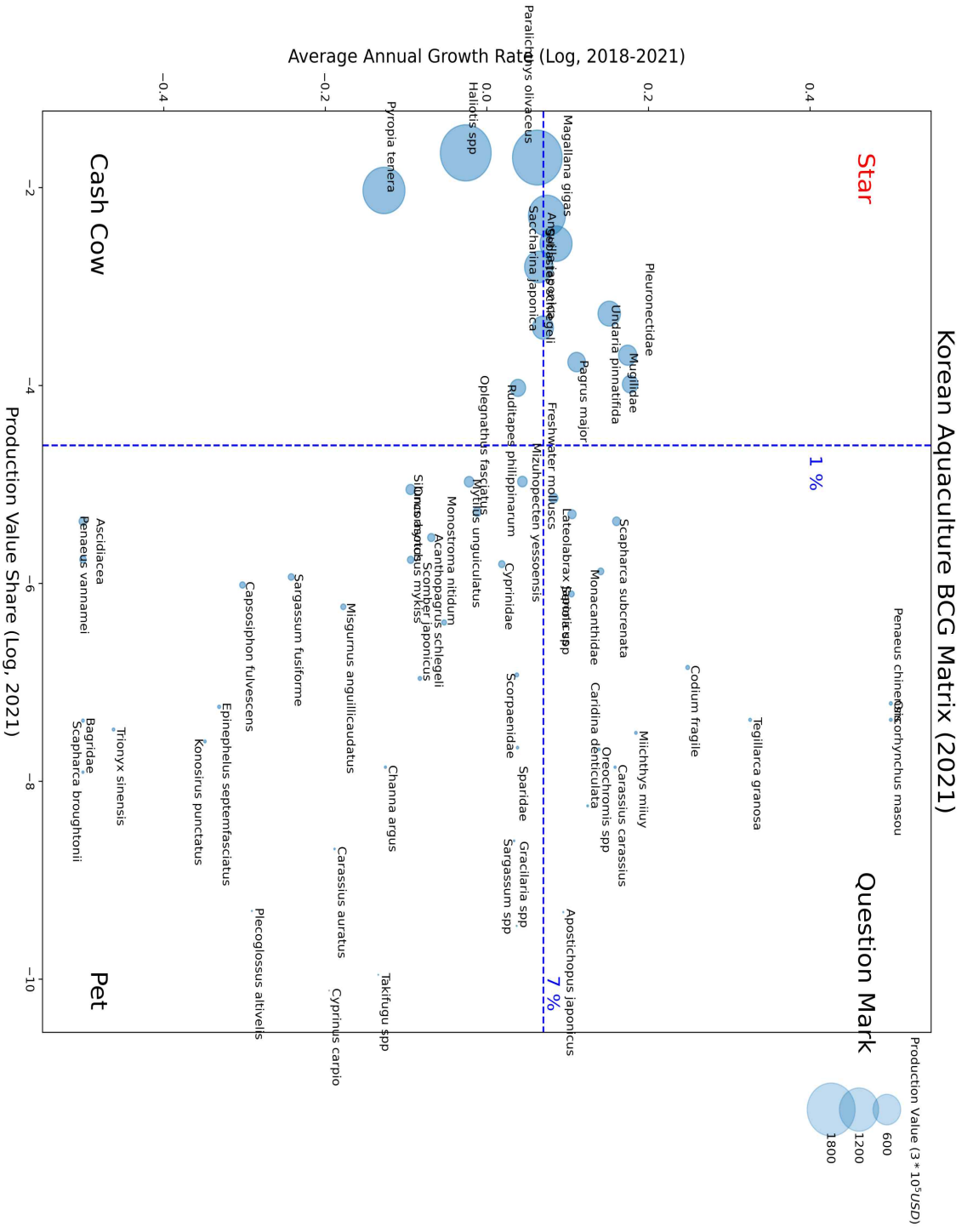
2. 전략적 투자 어종에 대한 정책적 제언

전 세계 어종과 국내 어종을 살펴본 결과, 어종의 생산량은 인구의 차이에 의한 소비량도 기인한 것으로 보였다.

그렇지만 BCG Matrix를 통해 국내외 어종을 비교(<Table 4>)한 부분을 참고하여, 정부에서는 어종별 또는 양식업을 위한 지원 방안을 수립할 수 있을 것이다. 그럼, 각 단계로 정책적인 제언을 하고자 한다.

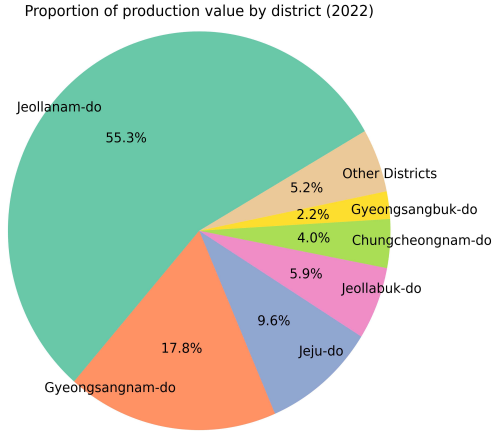
첫 번째, 두 개의 BCG Matrix중 모두 Pet - Pet

에 적용되는 어종인 고등어, 능성어, 미꾸라지류 등은 생산성 대비 수익성이 낮으므로 다른 고부가가치의 어종으로 전환이 필요하다. 예로 능성어의 경우 고급 어종인 다금바리와 유사하고, 현재 다금바리 양식 성공은 소수에 불과하므로 양식 연구의 지속성, 고부가가치 어종으로의 품종 변화 등이 필요하다. 또한 품종 변화를 하고자 하는 경우 환경조건, 질병 관리, 전환비용, 지속 가능한 양식업을 위한 친환경 양식 방법 등 정부의 종합적인 검토가 원스톱으로 이루어져야 한다.



[Fig. 4] Output as a percentage of CAGR results (Korea BCG Matrix (FAO)).

지속 가능한 양식업 발전을 위한 정책적 제언

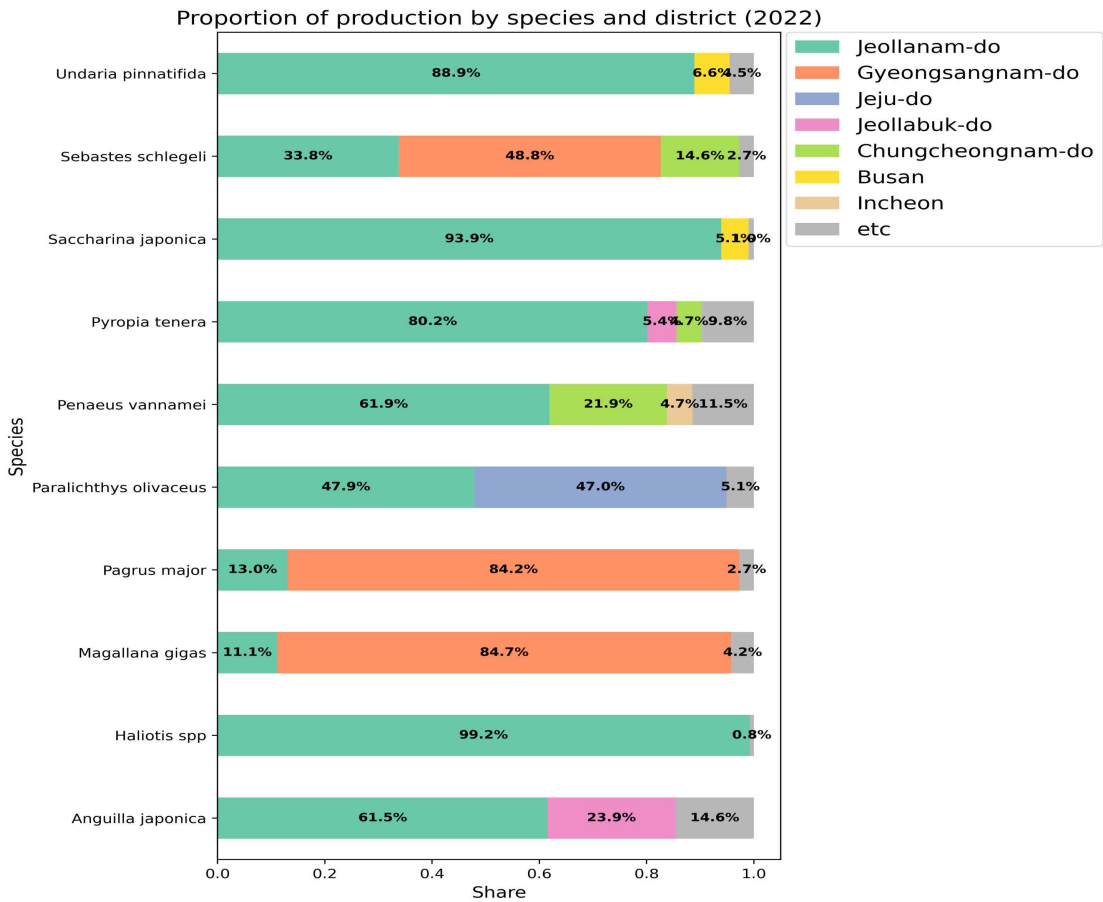


[Fig. 5] Proportion of production value by district(2022).

어종이 아닌 해조류에 대한 양식산업에 대한 투자도 필요하다. 특히 해조류의 경우 최근 친환경 산업으로서 동물 사료 등의 가공이 가능하며, 바이오 소재 및 이산화탄소 저감 개발도 이루어지고 있기 때문이다.

두 번째, BCG Matrix중 하나가 Pet인 경우 다른 어종과 비교하여, 해외 수출에 경쟁력이 있는 경우 투자를 확대하여야 한다.

예를 들어 우리나라의 경우 김은 Cash Cows에 속하지만 글로벌은 Dogs에 속하고 있다. 그러나 최근 한류 열풍으로 인해 김 소비가 확대되고 있고, 정부의 지원 발표로 전략적으로 활성화하고 있다. 이를 더해 K(한류)-Fish라는 브랜드화를



[Fig. 6] Share of production value by region for the top 10 varieties by production value in 2022.

<Table 4> Top BCG MATRIX international and domestic species

Scientific Name	Global BCG Category	Korean BCG Category	English Name
Undaria pinnatifida	3.Question Mark	1.Star	Wakame
Anguilla japonica	3.Question Mark	1.Star	Japanese eel
Magallana gigas	4.Pet	1.Star	Oysters
Penaeus vannamei	1.Star	2.Cash Cow	White legged shrimp
Saccharina japonica	1.Star	2.Cash Cow	Kelp
Haliotis spp	3.Question Mark	2.Cash Cow	Subversion
Paralichthys olivaceus	3.Question Mark	2.Cash Cow	flatfish
Pyropia tenera	4.Pet	2.Cash Cow	Nori
Apostichopus japonicus	3.Question Mark	3.Question Mark	Sea cucumber
Epinephelus septemfasciatus	4.Pet	4.Pet	Epinephelus septemfasciatus
Scomber japonicus	4.Pet	4.Pet	Mackerel
Salmo salar	2.Cash Cow		Atlantic salmon

시키며, 건강식, 채식 등을 활용한 김에 관련된 음식 레시피 등을 유튜브나 다양한 SNS를 통해 홍보하여 전 세계 인구가 쉽게 접할 수 있게 하여야 한다.

세 번째, 우리나라 어종에는 포함되어 있지 않으나, 글로벌 Cash Cows에 포함된 어종의 경우 적극적인 투자를 하여야 한다. 예를 들어 대서양 연어는 노르웨이에서 주로 양식업으로 생산하고 있고 전 세계적으로 소비하는 어종이므로 전략적인 양식개발이 필요할 것이다. 우리나라도 이를 위해 스마트 양식 클러스터를 각 지역에 투자하고 있으며 총 6차 계획 중 3개 지역(강원 강릉·양양, 경북 포항, 부산 기장)에서 진행하고 있다. 특히 강원지역의 경우 동원산업이 2,000억원을 투자하여 연간 2만 톤 이상 대량생산을 계획하고 있으며, 경북지역은 닐스 윌릭슨(노르웨이 연어양식 기업) 등이 참여한다.

네 번째로, 우리나라는 Star이나 글로벌로는 Question Marks인 경우에는 가격경쟁력을 위하여 적극적인 기술 개발이 필요하다.

이 경우의 사례 어종은 뱀장어(장어)인데 뱀장어의 경우 치어의 가격이 매출 연관성에 매우 높

으나 치어 양식이 소규모 부화까지 기술이 연구되어, 아직 대규모 치어 양식까지는 어려움이 있으므로 지속적인 정부의 지원이 필요하다.

다섯 번째로, 국내와 글로벌 모두 Star인 경우에는 가격경쟁력 제고를 위한 대량생산 체계로의 전환을 지원하여야 한다. 최근 흰다리새우, 굴의 경우에는 모두 Star로서 어종의 경쟁력을 갖추고 있다. 이를 위해 Upstream(생산)에서 Midstream(운송·저장), Downstream(유통·판매)까지 전 과정을 일체로 운영할 수 있도록 하는 볼트온(Bolt-On) 전략 지원대책이 필요할 것이다.

현재 김, 굴, 전복, 넙치의 경우 정부에서 주력 어종으로 선택되어 운영하고 있으나, 가공 단계에서 활성화가 되지 못하고 있어 확대의 어려움이 있다. 이를 개선하기 위해 정부에서는 전 과정을 일체로 운영·지원할 수 있는 총괄지원센터가 필요할 것으로 보인다. 또한, 생산에서도 소규모 어장의 지원으로 위해 집단화하는 방안 연구도 필요해 보인다.

이 외에도 최근 외해에 대한 양식업에 대해서도 많은 관심이 이루어지고 있다. 특히 기온변화로 인하여 고수온으로 질병 감염으로 내수면의

양식업이 변화를 맞이하고 있다.

외해 양식업으로서 현재 통영 욕지도에서 참다랑어 대한 양식이 성공하여 현재까지 24개의 가두리 양식장에서 약 3천마리 참다랑어를 양식하고 있으며, 또한 서해 태안군에서 조피볼락은 증충 가두리 양식 방법으로 성공하면서 다양한 양식기술이 연구 개발되고 있다.

최근 이산화탄소 저감 등을 위해 해조류 연구가 활발하게 이루어 있으므로 우리나라도 해조류의 양식이 발달 되어 있는 만큼 더욱 더 많은 기술 개발 연구가 이루어져야 될 것이다.

IV. 결론

본 연구는 양식산업에 대해서 BCG Matrix를 통해 정부에서 전략적 어종을 선별할 수 있도록 정책적 제언을 제공하였다. 특히 양식산업의 경우 경제적으로 중요성을 가지고 있으므로, 양식산업의 발전을 위해서는 정부 주도적인 대책과 지원이 필요하다.

각 단계로 보면, Star군의 경우 스마트 기술 개발과 정부 주도적인 전략적인 투자 및 금융지원 방안을 마련하여야 할 것이다. 또한, 향후 Cash Cow의 어종 확대, Question Mark에 위치한 품종 등은 Star 어종으로 이동할 수 있도록 체계적인 육성, 기술 개발 지원, 공급과 수요 조절이 가능한 종합적인 유통관리 시스템 도입 등이 필요하다.

최근에는 굴, 전복, 연어 등의 고부가가치 어종에 대한 우량종자와 최적의 생육 알고리즘을 확보하기 위해 노력하고 있다. 이는 지속적인 어종의 생산량 유지, 기후변화에 취약한 품종 개선을 위해 개발하고 있으나 아직 성과는 미비하다.

그러나 정부에서는 이에 대하여 계량적인 평가보다는 지속적인 연구지원의 필요성을 확인해야 할 것이다.

이외에도 Upstream(생산)에서 Midstream(운송·저장), Downstream(유통·판매)까지 전 과정을 영

위하고 있는 기업의 경우 매출과 수익 부분이 상당히 높으므로 영세 양식업자를 한 집합 단위로 묶어 규모 있는 도소매업자에 Direct로 공급하는 유통시스템을 확보하여 영세 양식업자에도 체계적인 유통망 확보를 제공할 수 있도록 하여야 한다. 또한, 양식산업에 대한 체계적인 통계적 자료가 필요하다. 현재 KOSIS를 통해 자료가 제공되고 있으나, 민간 신용평가사에 자료처럼 세부적인 자료가 없거나, 정보의 비대칭성으로 나오는 공급자의 불투명한 부분은 보다 빨리 해소되어야 하며, 이를 통한 데이터 정립 시 공정한 금융지원 정책이 수립될 수 있을 것이다.

또한, 각 양식업자의 경우 사매 거래를 하는 경우가 있어 소득의 정확성이 부족하므로 공정한 거래에 따른 성실한 신고 의무를 부여해야 되는 규제 정책도 필요하다.

이 연구를 통해 아쉬운 부분은 한정적인 통계자료였다. 향후 통계자료가 제대로 공급될 경우에는 다양한 각도에서 추가적인 경제학적 연구가 이루어 질 것으로 보인다.

본 연구로서 BCG Matrix를 통해 양식산업에 전략적인 부분을 제공하였으며, 정부에서도 향후 의미 있는 과제를 제공함으로써 양식산업 발전에 초석이 되었으면 한다.

References

Bae SC, Kim KW and Lim SR(2001). Status and Prospects of Aquaculture Industry in Korea, Aquaculture Technology Information, Korean Aquaculture, 2001(1), 9~13

Bård m, Marit Schei O, Tonje C O. T, Ragnar T(2023). The Political Economy of Salmon Aquaculture: Value Sharing and Societal Support for Aquaculture in Norway, Marine Resource Economics 38(4), 365 - 390

Cho WH, Lee HK, Kim DH and Kwon SJ(2023). Analysis of Economic Impacts of Aquaculture Industry on Demand Shift for Marine Food in the Future, Marine Environmental Safety Society, 2023,

15~15
 Choi CH(2022). A Study on the Evolution of Aquaculture Related Laws in Korea, Korean Book Research, 34(4), 115~136
<http://dx.doi.org/10.26840/JKI.34.4.115>
 Green Fish Farm
https://www.greenplus.co.kr/sub2/2_3.php
https://dream.kotra.or.kr/kotraneews/cms/news/actionKotraBoardDetail.do?SITE_NO=3&MENU_ID=180&CON TENTS_NO=1&bbsGbn=243&bbsSn=243&pNttSn=202970
<https://kosis.kr/index/index.do>
 Kim DH(2012). He Importance and Necessity of Economic Analysis in Fish Farming - For Fish Farmers, Conference of the Aquaculture Division of the Korean Society of Fisheries Science, 2012(6), 17~17
 Kim KJ(2019). A Study on the Revitalization of the Private Subsidy for Environmentally Friendly Aquaculture, Korean Society of Fisheries Management, 50(4), 45~57
 Kim NR, Kim SY and Kim DH(2020). A Comparison of the Economic Performance of Abalone Sea-Cage Aquaculture by Seed, The Korean Society for Fisheries and Marine Sciences Education, JFMSE, 32(4), 923~934,
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2020.8.32.4.923>
 Kim NR, Park KI, Lee BJ and Kim DH(2021). An Economic Analysis of Olive Flounder (*Paralichthys olivaceus*) Aquaculture in Wando region, The Korean Society for Fisheries and Marine Sciences Education, JFMSE, 33(3), 734~743
<https://doi.org/10.13000/JFMSE.2021.6.33.3.734>
 Liu H, Yu Y, Wang L, Hao L, Cui H and Ma X(2023). Automatic Fish Counting in Aquaculture with Dense Multi-scale Feature Aggregation Network, Chinese Control Conference, 2023(42), 6246~8251
<http://dx.doi.org/10.23919/CCC58697.2023.10241074>
 Madsen, DO(2017). Not dead yet: The rise, fall and persistence of the BCG Matrix, Problems and Perspectives in Management, 15(1), 19~34
[http://dx.doi.org/10.21511/ppm.15\(1\).2017.02](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.15(1).2017.02)
 Ministry of Oceans and Fisheries (2023). Report on the Results of the 2023 Fishing Community Survey, National Statistical Approval No. 146007
 Ministry of Oceans, Maritime Affairs and Fisheries Press Release (2023). seaweed achieves 1 trillion won (\$7.7 billion) in seafood exports for the first time, No.346 (2023.12.21.)
 Myung JI (2017). Future Industrialization Direction and Tasks of Aquaculture Industry, Aquaculture Division of the Korean Society of Fisheries Science, 2017, 5, 6-45
 Pascoe S, Danner L, Gunaratne T, Pang T, Schrobback P, Perrin T and Hilder P(2023). Estimating prices for new aquaculture species : A hedonic pricing approach, Aquaculture Economics & Management, 27(4), 737-759
 Wu B, Wang C and Du K.-L(2023). A Smart Aquaculture System Exploiting IoT, AI and Cloud Computing, 2023 IEEE International Conference on(2023 Aug), 251-256
 Yoon, MK, Ma, CM, Choi, S, Kim, CH and Lee, CR(2023). Response Strategy for Aquaculture Industry in the Carbon Neutral Era - Focusing on Terrestrial Fish Farming, Proceedings of the Korean Society of Marine Environment and Energy, 2023(05), 105-106

- Received : 02 January, 2024
- Revised : 25 March, 2024
- Accepted : 29 March, 2024

<Appendix> BCG MATRIX status internationally and domestically

Scientific Name	Global BCG Category	Korean BCG Category	Korean Name
<i>Anguilla japonica</i>	3.Question Mark	1.Star	뱀장어
<i>Lateolabrax japonicus</i>	3.Question Mark	1.Star	농어류
Mugilidae	3.Question Mark	1.Star	송어류
<i>Undaria pinnatifida</i>	3.Question Mark	1.Star	미역류
<i>Magallana gigas</i>	4.Pet	1.Star	굴류
Freshwater molluscs		1.Star	
Monacanthidae		1.Star	쥐치류
<i>Pagrus major</i>		1.Star	참돔
Pleuronectidae		1.Star	가자미류
<i>Scapharca subcrenata</i>		1.Star	새꼬막

지속 가능한 양식업 발전을 위한 정책적 제안

Scientific Name	Global BCG Category	Korean BCG Category	Korean Name
<i>Penaeus vannamei</i>	1.Star	2.Cash Cow	흰다리새우
<i>Saccharina japonica</i>	1.Star	2.Cash Cow	다시마류
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	2.Cash Cow	2.Cash Cow	산천어
<i>Ruditapes philippinarum</i>	2.Cash Cow	2.Cash Cow	바지락
<i>Haliotis spp</i>	3.Question Mark	2.Cash Cow	전복류
<i>Paralichthys olivaceus</i>	3.Question Mark	2.Cash Cow	넙치류
<i>Cyprinidae</i>	4.Pet	2.Cash Cow	잉어
<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	4.Pet	2.Cash Cow	가리비류
<i>Pyropia tenera</i>	4.Pet	2.Cash Cow	김류
<i>Silurus asotus</i>	4.Pet	2.Cash Cow	메기
<i>Acanthopagrus schlegeli</i>		2.Cash Cow	감성돔
<i>Ascidacea</i>		2.Cash Cow	우렁쉥이
<i>Capsosiphon fulvescens</i>		2.Cash Cow	매생이
<i>Mytilus unguiculatus</i>		2.Cash Cow	홍합류
<i>Oplegnathus fasciatus</i>		2.Cash Cow	돌돔
<i>Sargassum fusiforme</i>		2.Cash Cow	뚝
<i>Sebastes schlegeli</i>		2.Cash Cow	조피볼락
<i>Apostichopus japonicus</i>	3.Question Mark	3.Question Mark	해삼
<i>Oreochromis spp</i>	4.Pet	3.Question Mark	틸라피아(민물돔)
<i>Tegillarca granosa</i>	4.Pet	3.Question Mark	꼬막
<i>Carassius carassius</i>		3.Question Mark	떡붕어
<i>Caridina denticulata</i>		3.Question Mark	새우류
<i>Codium fragile</i>		3.Question Mark	청각
<i>Miichthys miiuy</i>		3.Question Mark	민어
<i>Oncorhynchus masou</i>		3.Question Mark	송어류
<i>Penaeus chinensis</i>		3.Question Mark	대하
<i>Seriola spp</i>		3.Question Mark	방어류
<i>Trionyx sinensis</i>	1.Star	4.Pet	자라
<i>Cyprinus carpio</i>	2.Cash Cow	4.Pet	잉어
<i>Channa argus</i>	3.Question Mark	4.Pet	가물치
<i>Gracilaria spp</i>	3.Question Mark	4.Pet	꼬시래기류
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	4.Pet	4.Pet	미꾸라지류
<i>Bagridae</i>		4.Pet	동자개류
<i>Carassius auratus</i>		4.Pet	붕어
<i>Epinephelus septemfasciatus</i>	4.Pet	4.Pet	능성어
<i>Konosirus punctatus</i>		4.Pet	전어
<i>Monostroma nitidum</i>		4.Pet	파래류
<i>Plecoglossus altivelis</i>		4.Pet	은어
<i>Sargassum spp</i>		4.Pet	모자반류
<i>Scapharca broughtonii</i>		4.Pet	피조개
<i>Scomber japonicus</i>	4.Pet	4.Pet	고등어
<i>Scorpaenidae</i>		4.Pet	기타볼락류
<i>Sparidae</i>		4.Pet	기타돔류
<i>Takifugu spp</i>		4.Pet	복어류
<i>Actinopterygii</i>	1.Star		기타어류
<i>Crassostrea spp</i>	1.Star		조기어류
<i>Gibelion catla</i>	1.Star		민물잉어류
<i>Labeo rohita</i>	1.Star		인도인어류
<i>Procambarus clarkii</i>	1.Star		미국가재
<i>Siniperca chuatsi</i>	1.Star		쏘가리
<i>Carassius spp</i>	2.Cash Cow		민물 금붕어
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	2.Cash Cow		연어 잉어류
<i>Eriocheir sinensis</i>	2.Cash Cow		참게
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	2.Cash Cow		백련어
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	2.Cash Cow		빅헤드 잉어
<i>Mylopharyngodon piceus</i>	2.Cash Cow		담수 청어
<i>Oreochromis niloticus</i>	2.Cash Cow		나일틸라피아/역돔
<i>Pangasianodon</i>	2.Cash Cow		메기목 메콩메기과

Scientific Name	Global BCG Category	Korean BCG Category	Korean Name
hypophthalmus			
Pectinidae	2.Cash Cow		가비리과
Penaeus monodon	2.Cash Cow		얼룩새우
Salmo salar	2.Cash Cow		대서양연어
Acipenseridae	3.Question Mark		
Channa striata	3.Question Mark		
Cirrhinus mrigala	3.Question Mark		
Dicentrarchus labrax	3.Question Mark		
Ictalurus punctatus	3.Question Mark		
Invertebrata	3.Question Mark		기타수산동물류
Larimichthys croceus	3.Question Mark		
Lates calcarifer	3.Question Mark		
Macrobrachium rosenbergii	3.Question Mark		
Metapenaeus spp	3.Question Mark		
Micropterus salmoides	3.Question Mark		배스
Mytilus edulis	3.Question Mark		
Oncorhynchus kisutch	3.Question Mark		은연어
Pagrus auratus	3.Question Mark		
Palaemonidae	3.Question Mark		
Pelteobagrus fulvidraco	3.Question Mark		
Penaeus spp	3.Question Mark		
Phaeophyceae	3.Question Mark		
Rana spp	3.Question Mark		
Rapana spp	3.Question Mark		
Salmo trutta	3.Question Mark		브라운송어
Scylla serrata	3.Question Mark		
Sparus aurata	3.Question Mark		
Testudinata	3.Question Mark		
Thunnus orientalis	3.Question Mark		
Trachinotus ovatus	3.Question Mark		
Bothidae	4.Pet		
Chanos chanos	4.Pet		갯농어
Clarias gariepinus	4.Pet		
Clarias spp	4.Pet		
Epinephelus spp	4.Pet		
Eucheuma spp	4.Pet		
Macrobrachium nipponense	4.Pet		징거미새우
Megalobrama amblycephala	4.Pet		
Mollusca	4.Pet		기타연체동물류
Monopterus albus	4.Pet		드렁허리
Mytilidae	4.Pet		
Mytilus chilensis	4.Pet		
Oreochromis aureus x O. niloticus	4.Pet		
Osphronemus goramy	4.Pet		
Pangasius spp	4.Pet		
Penaeus japonicus	4.Pet		보리새우
Perna canaliculus	4.Pet		
Piaractus brachypomus	4.Pet		
Porphyra spp	4.Pet		
Portunus spp	4.Pet		
Rhopilema esculentum	4.Pet		숲뿌리해파리
Scophthalmus maximus	4.Pet		
Scylla paramamosain	4.Pet		툽날꽃게
Seriola quinqueradiata	4.Pet		방어
Sinonovacula constricta	4.Pet		가리맛조개
Thunnus thynnus	4.Pet		참다랑어