BSPE17220-006-11

남극 미세조류 유래 피부질환 개선 세포보호 물질 개발 기획 연구

Research plan: Development of CPS (Cell-Protection Substance) from Antactic microalgae for improving skin disorders

2017. 03. 31

한 국 해 양 과 학 기 술 원
부 설 극 지 연 구 소

제 출 문

극지연구소장 귀하

본 보고서를 “남극 미세조류 유래 피부질환 개선 세포보호 물질 개발 기획 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017. 03. 31

연 구 책 임 자 : 김상희

참 여 연 구 원 : 김일찬

“ : 한세종

“ : 윤의중

“ : 정웅식

“ : 김은재

“ : 김선미

KOPRI 극지연구소

보고서 초록

과제관리번호	PE17220	해당단계 연구기간	2017. 01. 01~ 2017.01.31	단계 구분	1/ 1
연구사업명	중 사 업 명	창의연구사업			
	세부사업명	연구정책·지원과제			
연구과제명	중 과 제 명				
	세부(단위)과제명	남극 미세조류 유래 피부질환 개선 세포보호 물질 개발 기획 연구			
연구책임자	김상희	해당단계 참여연구원수	총 : 7 명 내부 : 4 명 외부 : 3 명	해당단계 연구비	정부: 천원 기업: 천원 계: 5,000 천원
연구기관명 및 소속부서명	극지생명과학연구부		참여기업명	-	
국제공동연구	상대국명 :		상대국연구기관명 :		
위 탁 연 구	연구기관명 :		연구책임자 :		

요약	보고서 면수	57

○ 전 세계적인 동안열풍과 웰빙 트렌드로 노화관련 화장품 시장에서 천연원료 선호도가 급증하면서 해조류, 미세조류 활용이 급증하고 있으며 국내외 기능성 제품 개발이 활발히 진행되고 있음. 남북극 같은 극한지에서 새로운 미세조류들의 발굴과 기능성 탐색을 통해 유용 자원의 권리 확보 및 관련 시장 장악을 위한 노력이 필요한 시점임

○ 본 연구팀은 기 확보한 남극 미세조류들에서 항염, 항주름 효능이 있는 세포보호물질(Cell protecting substance, CPS)들을 고부가 피부질환 개선제, 피부관련 제품으로 개발하고자 기관별 협력 방안과 특허 동향 분석를 통해 산업화 타당성을 조사하였음

○ 특허 기술 분석 결과 아직은 기업에 의한 시장 진출이 활발하지 않은 것으로 보이나 2016년 아모레, 한불 등 국내 대기업들이 산학협력단과 기술제휴를 맺은 것으로 보아 향후에는 관련 시장 경쟁이 치열해질 것으로 예상됨. 미세조류의 기초 연구 사례와 논문 분석 결과 점유율이 높은 기술이 없는 것으로 보이며, 주목할 점은 타 천연물의 경우 피부외용제/화장표의 개발이 저조한 항여드름, 발모, 자외선 차단 기능성에 대한 연구도 다수 수행됨에 따라 해조류 및 미세조류의 기능성 관련 시장성이 매우 넓은 것으로 보이며 결론적으로 시장 선점을 위한 기술 개발과 제품화를 통한 시장 선점이 시급하다고 판단됨

○ 극지 미세조류를 산업화하기 위해 해결해야 할 최우선 과제인 대량배양을 위해 안정된 대량배양 시설과 저온유지 시스템, 지속적인 feedback이 가능한 업체를 선정하였으며 CPS2를 사전 배양 테스트한 결과 200L당 건중량 15g 이상을 얻는데 성공하였고 1톤까지 생산하기 위해 추가 협의 중임

○ 또한 협력기관들과 세부 업무 협의를 통해 세포보호물질 CPS를 제품화하기 위해 필요한 활성도 평가, 피부세포 효능 평가, 임상 실험 천연 CPS 정제 등에 대한 수행 방법을 확립하였음

색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	남극 미세조류, 세포보호물질, 피부노화, 임상효능, 치료화장품
	영 어	Antarctic microalga, Cell Protecting Substance(CPS), skin aging, clinical trial, Cosmeceutical

KOPRI 극지연구소

요 약 문

Ⅰ. 제 목

남극 미세조류 유래 피부질환 개선 세포보호 물질 개발 기획 연구

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

현재 전 세계는 갈수록 심화되고 있는 자원 고갈과 환경문제에 대한 대응책을 찾고자 노력 중이며 이러한 노력의 일환으로 지구상의 식물 및 동물 자원을 개발하기 위한 경쟁은 갈수록 심화되고 있다. 나고야 협정 등에 따라 국가 차원에서 생물자원의 권리를 확보하기 위한 노력이 활발하게 이루어지고 있으며 이미 육상에서는 신규 자원이 포화상태에 이르러 해양자원(marine product)으로 눈을 돌리고 있는 추세이다.

해조류, 미세조류들은 이미 지속가능한 생물자원으로 산업적 가치를 인정받고 있으며 기초 과학 및 기후변화 연구재료, 대체에너지, 먹이생물, 식품 및 의약품의 원료, 화장품의 원료, 건강보조식품 등 다양한 산업분야에 활용되고 있다. 특히 극지 같은 극한 환경에서 생물들이 만들어내는 천연 방어물질들은 새로운 고효능 유용물질로 화장품, 의학업계의 폭발적인 관심(craze)을 받고 있으며 관련 시장 규모도 빠르게 증가하고 있다.

그러나 극지 생물연구는 주로 세균을 중심으로 연구되어 왔으며 진핵 미세조류에 대한 연구는 초기단계이다. 다양한 종에 비하여 활용되고 있는 미세조류의 수는 일부에 한정되어 있어서 남북극 같은 극한지에서 새로운 종의 발굴과 기능성 탐색을 통해 유용 자원의 권리 확보 및 관련 시장 장악을 위한 노력이 필요한 시점이다.

본 연구팀은 기 확보한 남극 미세조류들에서 항염, 항주름 효능이 있는 세포보호물질(Cell protecting substance, CPS)들을 고부가 피부질환 개선제, 피부관련 제품으로 개발하고자 기관별 협력 방안과 산업화 타당성을 조사하였다.

Ⅲ. 국내외 시장 및 기술 동향 분석

현재 전 세계 산업 신소재로 각광받고 있는 marine product 들인 해조류, 미세조류들의 활용 기술 사례를 피부 관련 제품들 중심으로 분석함으로써 남극 유래 미세조류의 활용 가능성과 현 기술 수준을 파악하였다.

'유로모니터 인터내셔널'의 시장조사에 의하면 2005년에 처음으로 지구촌 스킨케어 제품 시장이 390억불이 되었고 고령화로 인한 수요 증가로 2007년에는 600억불, 최근에는 1000억불 (100조원)로 노화예방 화장품시장은 그 어느 시장보다 지속적인 증가세를 유지할 것으로 예측되고 있다. 지금까지 사용해오던 화학제품 대체 천연원료 선호도가 급증하면서 해조류, 미세조류 활용은 급증하고 있으며 이미 관련 제품들이 국내외에서 기능성 화장품으로 활발히 개발 중이다.

기술위치를 출원인수와 출원건수로 조사했을 때 전 세계적으로는 미세조류 및 해조류의 물질 추출, 배양, 활용, 반응기 기술 분야는 폭발적인 성장세를 나타내고 있는데 비해 피부외용제, 화장료로의 기능성 기술 위치는 약한 성장기에 위치하고 있으며 이는 미세조류 기술은 상업성이 높은 에너지 분야에 집중하고 있다는 것으로 해석된다.

한국의 특허 기술 위치는 전체적인 감소를 보이고 있으나 주목할 점은 한국의 주요 출원인으로는 부경대학교 산학협력단, 제주대학교 산학협력단, 신라대학교 산학협력단이 확인되었으며 아직 기업에 의한 진출은 활발하지 않다는 것이다. 기업의 출원 및 기술 권리화는 제품화와 직접 연결된 가능성이 높은 만큼 아직 시장 경쟁이 활발하지 않은 것으로 보인다.

미세조류의 기초 연구 사례와 논문분석 결과 점유율이 높은 기술이 없는 것으로 보이며, 주목할 점은 타 천연물의 경우 피부외용제/화장표의 개발이 저조한 항여드름, 발모, 자외선 차단 기능성에 대한 연구도 다수 수행됨에 따라 해조류 및 미세조류의 기능성 관련 시장성이 매우 넓은 것으로 보이며 이에 따라 시장 선점을 위한 기술개발과 제품화를 통한 시장 선점이 중요한 시점이라고 판단되었다.

Ⅳ. 연구 개발의 목표 및 범위

본 기획과제는 연구의 최종 목표인 "남극 미세조류 유래 피부질환 개선 물질 상용화"를 위한 기초자료와 전략 수립을 목적으로 하였다.

첫째, 전 세계 연구 동향, 특허 동향 파악에 중점을 두었으며 둘째, 연구 협력기관들과의 연구 방향과 구체적인 업무 분업을 통해 항염, 보습, 주름개선 효능이 있는 남극 미세조류들의 CPS를 산업화하기 위한 기술개발 전략 구축이었다.

극지 미세조류들을 산업화하기 위해서 최우선 과제는 충분한 biomass를 얻을 수 있는 대량배양 시설 및 장비조사였다. 극지 미세조류는 성장속도가 낮고 배양온도가 10도 이하로 유지해야 하는 등 까다로운 배양 조건과 노하우가 필요하기 때문이다. 이 같은 문제를 해결하기 위해 안정된 대량배양 시설과 저온유지 시스템, 최적의 저온

배양조건을 찾기 위해 지속적인 feedback이 가능한 업체를 선정하였으며 CPS2를 사전 배양 테스트 결과 3주 배양으로 200L, 건중량 15g 이상을 얻는 데 성공하였다. 향후 산업화를 위한 충분한 양을 달성할 수 있도록 배지 개량 및 배양조건 개선을 통해 한 종당 1톤 배양을 시도할 계획이다.

협력기관들과 세부 업무 협의를 통해 향후 진행될 세포보호물질 CPS의 활성 및 독성 평가 방법론은 다음과 같이 확립하였다.

○ 항알러지, 항염증성 활성도, 자외선 조사에 따른 피부세포 효능 평가
○ CPS1 대량생산시스템 및 cell-line 구축
○ 천연 CPS2, 3의 추출, 정제 및 구조 규명, 기능 활성 검증

Ⅴ. 연구개발결과의 활용계획

본 연구에서 기 확보된 CPS는 주름개선, 항염, 보습 효과가 우수하였고 정상세포에 독성을 나타내지 않는 특성을 보여 세포보호 물질 후보군으로 우수성을 확인하였다. 이들 물질들의 활용성을 높여 외부 유해성분으로부터 피부세포를 보호하고 피부질환 개선제로 개발하게 된다면 극지의 청정 이미지가 합쳐져 현재 전세계 웰빙 트랜드에 맞는 고부가 상품으로 독보적인 분야를 형성할 것으로 기대된다.

또한 극한 생물들이 가지고 있는 이차대사산물들은 피부질환 개선제로서의 역할 뿐 아니라 기타 의약 등 다양한 산업계에 사용될 가능성도 충분하다.

남극 미세조류 유래 추출물 및 천연 순수물질들을 산업화함으로써 CPS 이외의 미확인 유용물질을 발굴하고 기초 연구를 넘어 선택과 집중에 의한 기술 개발을 통해 본격적인 활용연구 시대를 열 수 있을 것으로 기대된다. 나아가 극지역의 생명체 연구에 대한 도전정신, 탐험심 증대로 국민 자긍심을 고취할 수 있으며 극지연구소에 대한 이미지 향상에도 기여할 것이다.

KOPRI 극지연구소

목 차

제 1 장 서론
제1절 연구기획의 목적
제2절 연구의 필요성
제3절 연구의 범위

제 2 장 국내외 기술개발 현황
제1절 기술개요 및 시장현황
1. 기술개요
2. 시장현황
제2절 특허 분석 범위 및 동향
1. 분석범위
2. 검색 결과
3. 해조류, 미세조류 기술개발 현황
제3절 국내외 특허 동향 분석
1. 주요 시장국 기술개발 현황
2. 주요 시장국 내 외국인 특허 출원 현황
3. 기술시장 성장단계 파악
4. 주요 경쟁국 현황
5. 국내외 신규 시장 진입자
제4절 논문 동향
1. 분석대상 연구 활동 현황
2. 해조류, 미세조류별 연구 현황
3. 주요 학술지 현황
4. 해조류, 미세조류 경쟁자 조사
제5절 극지 미세조류 산업화의 경쟁력

제 3 장 연구개발 수행 내용 및 결과
제1절 연구개발 목표 및 내용
제2절 연구개발 수행 결과
1. 남극 미세조류 연구 분석
2. 세포보호물질 개발 동향 파악
3. 피부질환 개선제 산업화 사례 수집

KOPRI 극지연구소

제 4 장 연구개발결과의 활용계획
1. 정성적 목표
2. 정량적 목표
3. 연구개발 사업 규모
4. 총 연구기간 로드맵
5. 인프라 활용 로드맵

제 5 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제 6 장 참고문헌

KOPRI
극지연구소

제 1 장 서론

제 1 절 연구기획의 목적

본 과제는 남극 미세조류들에서 확보한 세포보호 물질 (Cell protecting substance)들을 이용해 자외선에 의한 피부 손상, 염증성 피부질환 개선 효과가 있는 고부가 피부질환 개선제 및 상품으로 개발하기 위한 기획연구이다. 해조류 및 미세조류를 이용한 세포보호 및 피부외용제 관련 국내외 연구, 활용 기술, 특허 동향을 조사하여 사업화를 위한 객관적인 타당성을 알아보고 향후 연구 방향과 특허 확보 전략, 협력기관들과의 개발 업무 내용을 구체화하고자 하였다.

제 2 절 연구의 필요성

1. 연구의 필요성

현재 전 세계는 갈수록 심화되고 있는 자원 고갈과 환경문제에 대한 대응책을 찾고자 노력 중이며 이러한 노력의 일환으로 지구상의 식물 및 동물 자원을 개발하기 위한 경쟁은 갈수록 심화되고 있다. 나고야 협정 등에 따라 국가 차원에서 생물자원의 권리를 확보하기 위한 노력이 활발하게 이루어지고 있으며 이미 육상에서는 신규 자원이 포화상태에 이르러 해양자원(marine product)으로 눈을 돌리고 있는 추세이다.

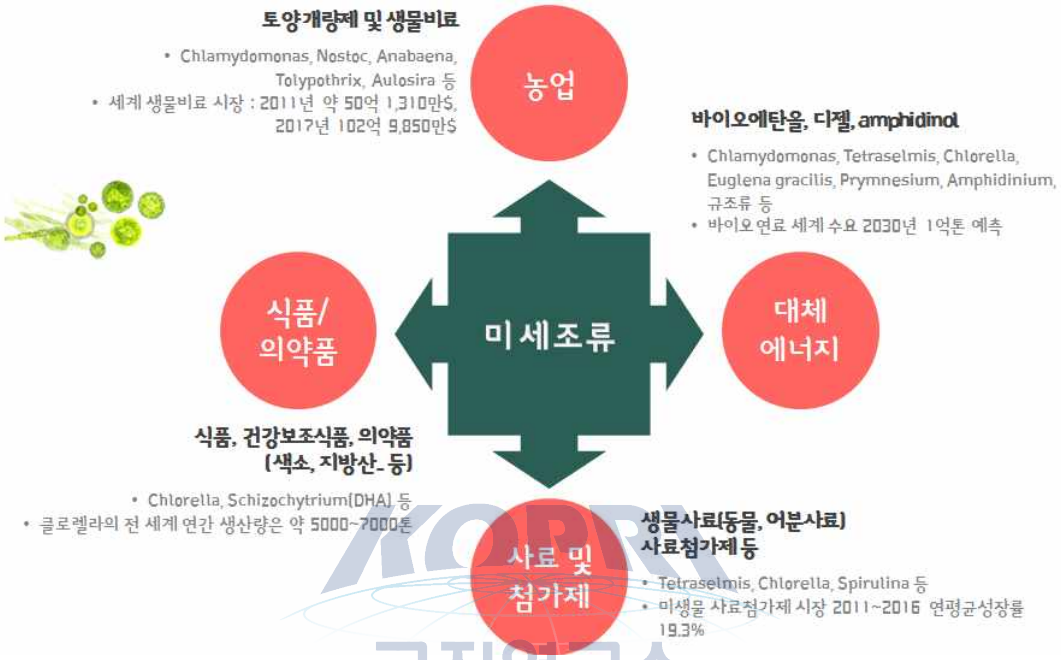
해조류, 미세조류들은 이미 지속가능한 생물자원으로 산업적 가치를 인정받고 있으며 특히 극지 같은 극한 환경에서 생물들이 만들어내는 천연 방어물질들은 새로운 고효능 유용물질로 화장품, 의학업계의 폭발적인 관심(craze)을 받고 있으며 관련 시장 규모도 빠르게 증가하고 있다.

미세조류(microalgae)는 지구온난화 가스인 CO_2를 흡수하여 바이오매스로 전환할 수 있는 광합성 생물로, 극지역을 포함한 전 세계 어느 서식처에서도 생존할 수 있을 뿐 아니라 수소가스 같은 유용한 이차대사산물을 생산할 수 있다. 전 세계적으로 약 25,000여종이 알려져 있으며 기초 과학 및 기후변화 연구재료, 대체에너지, 먹이생물, 식품 및 의약품의 원료, 화장품의 원료, 건강보조식품 등 다양한 산업분야에 활용되고 있다.

미국의 경우 DOE에서는 생물학적 이산화탄소 고정을 위해 미세조류의 유전체 구조 및 기능 연구 (Genomes to Life, US DOE, 2001-2020)를 수행하고 있으며, 2003년 '게놈시대의 극지 생물학 프론티어' 보고서를 발간하고 저온 환경 서식 미생물과 극지 규조류 (*Fragilariopsis cylindrus*) 등의 유전체를 분석, 이 유전체 분석을 토대로 저온적응 관련 유전자의 발굴 및

활용 연구를 수행하고 있다.

그러나 극지 생물연구는 주로 세균을 중심으로 연구되어 왔으며 진핵 미세조류에 대한 연구는 초기단계로 인다. 다양한 종에 비하여 활용되고 있는 미세조류의 수는 일부에 한정되어 있고 기능성 탐색을 통한 유용 자원의 권리 확보 및 관련 시장 장악을 위한 노력이 필요한 시점이다.



KOPRI 극지연구소

<그림 1> 미세조류 활용기술 분야

본 연구팀은 남극 미세조류들에서 항염, 항주름 효능이 있는 CPS를 확보함으로써 극지 미세조류에 대한 기초 연구를 넘어 선택과 집중에 의한 기술개발을 통해 극지 진핵 미세조류 활용 선점연구가 가능하다고 판단된다.

전 세계가 노령화 되면서 웰빙 트렌드와 함께 삶의 질을 좌우하는 피부건강에 대한 관심은 국내 뿐만 아니라 글로벌 이슈이며 세계의 피부질환 치료제 시장규모는 연평균 성장률 7.7%로 2015년 200억 달러에서 2022년 337억 달러로 확대될 전망이다 (세계의 피부 질환 치료제 시장 전망, 2016).

극지연구소 보유 남극 미세조류에서 확보된 세포보호 물질 (CPS)을 활용한 고부가 피부질환 개선제 개발 및 상품화 등 극지 자원 활용을 통해 국가적, 사회적인 극지연구의 중요성을 증대시키고 인류 보건 및 삶의 질 향상에 기여할 것이다.

제 3 절 연구의 범위

본 기획과제는 기존에 확보한 3가지 항염, 보습, 주름개선 효능 있는 남극 미세조류들의 순수물질과 추출물을 활용한 상용화를 위해 **첫째**, 전 세계 연구 동향, 특허 동향 파악에 중점을 두었으며 **둘째**, 연구 협력기관들과의 장기적인 연구 방향 확립과 구체적인 업무 내용을 명확히 하여 연구의 최종 목표인 "남극 미세조류 유래 피부질환 개선 물질 상용화"를 위한 기초자료와 전략을 수립하고자 하였다.

향후 신규 특허를 획득하기 위한 정보와 지재권 포트폴리오 구축 및 향후 본 연구가 본 사업으로 수행할 수 있는 타당성에 대한 객관적인 특허 정보를 얻는데 주력하였으며 자세한 내용은 제2장에 다루었다.

KOPRI
극지연구소

제 2 장 국내외 기술개발 현황

미세조류 및 해조류를 소재로 한 피부 외용 기능성 탐색에 관한 분석은 피부보호 기능성을 대상으로 전반적인 분석을 진행하였으며 관련 기술 분야에 대한 현재 기술 수준, 기술개발 동향 등을 살펴보기 위해 특허 기술을 중심으로 한 시장 및 논문 분석을 수행하였다.

제 1 절 기술개요 및 시장현황

1. 기술개요

가. 해조류

- 바다에서 나는 조류의 통칭으로 크게 4가지로 분류됨
  (녹조류: 매생이 등 / 갈조류: 미역 등 / 남조류: 트리코데스뮴 등 / 홍조류 우뭇가사리 등)
- 각종 미네랄(potassium, magnesium, calcium) 및 비타민 C, A 및 B-12 등의 영양소를 풍부하게 함유하여 피부에 공급하여 몸 건강은 물론 보습, 항산화 등 피부미용에도 탁월한 효과 있음. 비타민, 미네랄 및 항산화 물질, 심지어 필수 지방산까지도 풍부하게 공급할 뿐만 아니라 인체의 일산화탄소, 질소 및 인의 일일 폐기물을 '해독하는'데 도움이 된다고 알려져 있음

KOPRI 극지연구소

나. 미세조류

- 미세조류(microalgae, 微細藻類)란 바다나 강에 서식하는 현미경적 크기의 단세포 광합성 생물로써, 자연오일, 단백질, 탄수화물로 구성되어 있으며, 지구 전역에 광범위하게 분포하고 있는 매우 흔한 생물임. 약 35억년전 지구상에 출현하여 이산화탄소를 흡수하고 영양염류(N,P)와 태양광을 받아 산소와 물을 부산물로 방출했던 최초의 생물체임 (Chlorella, Schizochytrium, Aphanizomenon, Nostoc 등)

- 전 세계적으로는 약 25,000여종, 우리나라에는 약 1,300여종이 존재함. 세포가 작으면서도 하루에서 2~3회 증식해 좁은 공간에서도 무제한 생산이 가능한 경제적 잠재력이 매우 높은 생물자원임

- 기초과학 및 기후변화 연구재료, 대체에너지, 먹이생물, 식품 및 의약품의 원료, 건강보조식품 등 다양한 분야에서 활용되고 있음 (미세조류 동향, 2014)

- 현재 미세조류는 다양한 기술 분야에 사용 중이며 농업 분야에서는 토양개량제 및 생물비료로, 대체 에너지 분야에서는 바이오에탄올, 디젤 등을 생산하기 위한 수단으로 사료 및 첨가제 분야에서는 동물, 어분 사료 또는 사료 첨가제 등으로, 식품/의약품 분야에는 일반식품, 건강보조식품, 의약품 등에 색소, 지방산 등을 이용하고 있으며 기타 폐수처리, 환경정화, 건축재료, 방사능 완화 등 다양한 분야에서 사용되고 있음

- 이러한 미세조류를 증식, 배양하기 위한 최적의 조건 탐색 작업은 지속적으로 이루어지고 있음

2. 시장현황

- 지구촌이 본격적인 고령화시대로 접어들면서 이제 젊은이를 위한 화장품은 저출산 인구감소로 팔리지 않고 고령인구를 위한 노화예방화장품이 최대 시장으로 부상 중임. 노화예방제품은 스킨케어에 중점을 두고 주름예방 화장품으로 화장품시장에 태풍의 눈으로 확대되고 있음

- 지금까지 사용해오던 화학제품들이 자연제품 선호로 바뀌면서 조류 또는 미세조류 제품 등이 웰빙 트렌드 부상하여 해양연구의 활성화로 이뤄지게 되었음. 미세조류 또는 조류가 화장품, 다이어트 식품, 약제 원료로 대량으로 사용되기 시작한 것은 극히 최근이며, 특히 피부재생에 좋기 때문에 피부 힐링, 노폐물 제거제, 보디 팩, 얼굴 마스크 팩 등에 최고의 효과를 나타내는 것으로 알려져 있음

- 미세조류는 단백질, 비타민A, 당분, 철, 나트륨, 인, 마그네슘, 동, 칼슘 등을 다양하게 보유하고 있음. 이러한 성분의 작용이 피부를 부드럽게 해주고 신선하고 촉촉하게 젊음을 유지한다고 알려져 있음

가. 해조류

- 해양 성분에 초점 맞춘 일명 '마린 코스메틱' 인기와 더불어 해조류 추출물에 대한 관심이 높아지고 있으며 화장품 원료성분으로 뛰어난 피부미용 효과가 입증됨

- 울바 렐터카, 마스코필룸 등 다양하나 보통 해조류 추출물이라고 표기되거나 brown algae, red algae, green algae 등 영문으로 표기하는 경우도 있음

- 최근 아스타잔틴과 후코이단 등이 주목받는 주요 성분임
  (1) 아스타잔틴: 홍조류에서 추출한 강력한 항산화 성분이며, 비타민E의 550배에 달하는 항산화 효과 있음
  (2) 후코이단: 다시마, 미역 등 갈조류에만 함유된 미끌미끌한 성분으로 암세포의 자살을 유도하는 성분으로 유명세를 탔다가 최근에는 전세계적으로 화장품 원료로 사용되며 관심이 높아지고 있음. 히알루론산보다 몇 배 강력한 보습력이 있다고 알려져 있음

- 2011~2015 출시된 바디케어 제품의 약 2%가 해조류 성분 함유 제품으로 갈조류(Oarweed*, Bladderwrack** 등) 함유한 글로벌 바디케어 제품은 해조류 미함유 제품과 비교하여 크게 3가지 기능(firming, slimming and anti-cellulite) 강조하는 경향을 나타냄
  *Laminaria digitata extract (Oarweed)
  **Fucus vesiculosus extract (Bladderwrack)

- 현재 화장품업계는 해조류의 화장품 신소재 개발 연구를 폭넓게 시도하고 있음.

KOPRI 극지연구소

(1) 아모레퍼시픽: 완도군과 MOU를 맺고 해조류 등 해양자원을 활용해 화장품 개발 중
(2) 비오템: 희귀 해조 추출물 유스 알개 등 특허성분을 보유 중 (뷰티한국 보도자료 2017.1.25.)
(3) 네오젠 포어타이트 필링무스: 여러 해조류를 사용한 모공축소 화장품

<그림 2> 해조류 사용 화장품

(4) 1937년 설립된 북극해 근처의 노르웨이 기업, Algea는 *Ascophyllum nodosum*를 배양하여 항노화 및 주름개선 기능성 화장품(AlgeaEsthe)을 생산하고 있음

- 흔히 제품에 기재되는 algae 화장품 원료 종들에는 *Ulva lactuca, Ascophyllum, Laminaria longicruris, Laminaria saccharine, Laminaria digitata, Alaria esculenta, various Porphyra species, Chondrus crispus,* 및 *Mastocarpus stellatus* 등이 있음

KOPRI 극지연구소

나. 미세조류

- 천연화장품 원료로서의 알지는 노화방지(anti-aging)에 탁월한 성능을 보여준다는 사실이 알려지면서 석유대체에너지와 대안으로 출발한 알지 대량배양 생산, 보급이 화장품 시장에 태풍의 눈으로 부각되고 있음

- 클로렐라나 스피룰리나는 건강보조식품으로 많은 회사에서 제품으로 출시하고 있고, 국내에서는 클로렐라 이유식, 영양제, 식품첨가물, 기능성 음료, 기능성 화장품 등의 상품이 개발 중에 있음

- 미세조류의 시장 규모는 건강식품, 식품첨가물 또는 사료용으로 이용되는 클로렐라(Chlorella)의 경우 세계 시장이 380억$ 이상, 시조카이트리움(Schizochytrium) 으로 생산한 DHA (docosahexaenoic acid)는 100억$ 이상, 그 외 여러 미세조류에서 생산하는 carotenoid의 시장 규모도 각각 수억$에 달함

- 클로렐라의 경우 1990년부터 수요가 급속히 확대되어 전 세계 연간 생산량은 약 5,000~7000톤에 이르며 매출액도 12.5억$에 이르고 있음

- '유로모니터 인터내셔널'의 시장조사에 의하면 2005년에 처음으로 지구촌 스킨케어 제품 시

장이 390억불 정도가 되면서 헤어케어 분야 다음으로 큰 시장이 되었음. 하지만 고령화로 인한 수요 증가로 2007년에는 600억불이상의 시장이 되었고, 헤어케어 제품을 능가한 것으로 드러났다. 최근 1000억불 (100조원)시장으로 증가된 노화예방 화장품시장은 의류시장이나 그 여타 시장보다 지속적인 증가세를 유지할 것으로 예측됨

- 미세조류 화장품은 아직까지 세상에 잘 알려져 있지 않지만, 최근 석유대안으로 미세조류 오일을 생산하기 위해 엑산모빌, BP, 쉘사 등이 대규모 투자를 시작하면서 미세조류의 관심도가 높아지면서, 상용화에 소요되는 시간이 적게 드는 화장품원료 생산에 대한 기술이 각광받고 있음. 특히 화학약품을 사용하는 화장품 대체로 완전 천연원료 선호도가 급증하면서 미세조류의 활용은 급증할 것으로 예측됨

- 미세조류를 이용한 화장품/피부외용제 개발현황은 아래와 같음
  (1) 일본의 고배환경에서는 각종 아미노산과 비타민이 풍부한 유글레나를 원료로 한 화장품 및 식품 개발을 목표로 양산 기술을 확보하였음(2014.9)
  (2) '해양섬유복합소재 및 바이오플라스틱 소재 기술개발 사업'을 하는 해양바이오소재연구단 신화성 인하대 교수 연구팀은 2016년 스피룰리나를 이용하여 활성산소를 낮추고 상처 부위의 세포를 활성화하여 피부재생을 높인 나노소재를 개발하였음
  (3) 2016년 바이오벤처기업인 엠바이오(주)는 두나리엘라 추출물을 주요 성분으로 포함하는 '해무수'를 출시하였음
  (4) 낙동강 생명자원관은 미세조류 '시조카이트리움 속 PB-31 균주' 추출물의 항염, 항산화 등 효과를 확인하여 파이코일바이오텍코리아(주)과의 기술이전 협약을 체결하였으며 1년 내에 상용화를 실시할 예정임(2016.11.12. 기사)
  (5) 한양대 생명과학과 (식물생명공학연구실) 진언선 교수는 크리스퍼 유전자가위를 도입해 경제적으로 활용도가 높은 미세조류 개량에 성공하여 주목받고 있음. 미세조류는 다른 생물체와 달리 독특한 세포벽과 기술적 부재로 고부가가치 소재를 얻을 수 있는 균주개량에 한계이고 방법도 많지 않으나, 크리스퍼 유전자가위를 이용하여 종 개량에 적용할 수 있게 됨
  (6) algea 연구업체 (주)엔엘피(NLP)와 한국남부발전 업무협약체결(2011.04.04) "이산화탄소 빌리지 사업" 추진: 발전소에서 배출되는 이산화탄소와 온배수를 활용하여 미세조류 배양 / 바이오오일, 의약품, 화장품 등 원료생산 계획
  (7) 프랑스의 비오템에서는 2015년 Aphanizomenon flos aquae와 Laminaria ochroleuca를 유효성분으로 포함하는 피부노화 개선용 프리미엄 라인인 블루테라피 라인을 출시
  (8) 프랑스의 남성 화정품 브랜드인 Polaar는, Arctic blue micro-algae를 유효성분으로 사용하는 고보습 크림 제품을 출시

KOPRI 극지연구소

제 2 절 특허 분석 범위 및 동향

1. 분석 범위

본 분석에서는 2017년 1월까지 출원공개 또는 출원등록된 한국(KIPO), 미국(USPTO), 일본(JPO), 유럽(EPO), 중국(SIPO) 특허청 및 국제특허(PCT)의 공개특허공보 및 등록특허공보를 분석 대상으로 하였다.

가. 분석대상 특허

<표 1> 검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개·등록특허 (공개·등록일 기준)	한국 (KIPO)	WISDOMAIN	~ 2017.1 현재	특허공개 및 등록 전체문서
	미국 (USPTO)	WISDOMAIN		특허공개 및 등록 전체문서
	일본 (JPO)	WISDOMAIN		특허공개 및 등록 전체문서
	유럽 (EPO)	WISDOMAIN		특허공개 및 등록 전체문서
	중국 (SIPO)	WISDOMAIN		특허공개 및 등록 전체문서
	국제특허 (PCT)	WISDOMAIN		특허공개 전체문서

*유럽 19개 각국 특허청 : 유럽특허제도는 유럽특허조약의 회원국 사이에서 유효한 유럽특허를 부여하기 위해 만들어진 제도로서 유럽특허조약(EPC : European Patent Convention)에 따라 유럽특허청(EPO)에서 운영함. 유럽특허청(EPO)에 출원함과 관계없이 유럽의 각국 특허청에 출원한 특허를 포함하여 분석함(DE, FR, GB, AT, BE, CH, DD, DK, ES, FI, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RU, SE, SU).

**한국, 미국, 일본, 유럽 및 중국특허: 출원일 기준으로 분석하며, 일반적으로 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련정보를 대중에게 공개하고 있음. 따라서 아직 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2015년7월~2017년.1월 자료는 유효하지 않으므로 정량분석은 ~2014년까지 유효데이터로 분석함. 단, 구체적 기술에 대한 선행 특허 분석에는 가장 최근 특허자료까지 포함하여 분석함

나. 분석대상 기술

본 분석에서는 미세조류 및 해조류의 피부외용(화장료) 활용 기술을 전반으로 기술 범위를 확장하여 수행하였다. 특히 식품의약품안전처에서 고시한 '기능성화장품' 항목인, 피부의 미백에 도움을 주는 제품, 피부의 주름개선에 도움을 주는 제품, 피부를 곱게 태워주거나 자외선으로부터 피부를 보호하는 데에 도움을 주는 제품(「화장품법」 제2조제2호)에 대한 기능성(미백, 주름개선, 자외선 차단), 피부재생/보호 관련 소분류기술도 확인하였다.

<표 2> 분석대상 기술분류 및 분류기준

대분류	중분류	소분류	기준
미세조류 및 해조류를 원료로 한 피부외용제 활용기술 (A)	해조류 (AA)	보습(AAA)	피부 보습
		주름개선(AAB)	주름 개선
		미백(AAC)	미백 관련 기술, 기미·주근깨 개선 기술
		자외선 차단 (AAD)	자외선 차단
		발모(AAE)	발모, 탈모치료 기술, 기타 헤어 영양 관련 기술은 분석 대상에서 제외
		항염/항자극 (AAF)	피부염증, 아토피, 피부자극 등 완화
		항산화(AAG)	항산화
		항노화(AAH)	항노화 기술 (주름개선, 보습, 항산화 등과 중복되는 경우가 다수를 차지함)
		항여드름(AAI)	여드름 개선
		보호/재생(AAJ)	피부의 재생, 보호, 창상등의 치료 효과
		기타(AAK)	수렴, 슬리밍, 모공 축소 등 기타 피부 관련 기능성
	미세조류 (AB)	보습(ABA)	피부 보습
		주름개선(ABB)	주름 개선
		미백(ABC)	미백 관련 기술, 기미·주근깨 개선 기술
		자외선 차단 (ABD)	자외선 차단
		발모(ABE)	발모, 탈모치료 기술, 기타 헤어 영양 관련 기술은 분석 대상에서 제외
		항염/항자극 (ABF)	피부염증, 아토피, 피부자극 등 완화
		항산화(ABG)	항산화
		항노화(ABH)	항노화 기술 (주름개선, 보습, 항산화 등과 중복되는 경우가 다수를 차지함)
		항여드름(ABI)	여드름 개선
		보호/재생(ABJ)	피부의 재생, 보호, 창상등의 치료 효과
		기타(ABK)	수렴, 슬리밍, 모공 축소 등 기타 피부 관련 기능성

KCPRI 국제연구소

2. 검색 결과

기술 범위와 기술을 통해 확보한 모집단(raw data) 특허의 명칭, 요약, 청구범위 분석을 통하여 과제 내용과 유관한 경우 유효특허로 분류하고 나머지를 노이즈 특허로 분류하여 분석에서 제외하였다. 특히 중국 특허 중 기능성에 대한 뚜렷한 언급 없이 단순한 혼합물 중 미세조류 또는 해조류가 포함되어 여러 원료와 함께 나열된 경우 제거하였으며 마스크 팩 등 특정 제형의 재료로 쓰이는 경우 유효특허에서 제외하였고 세정제 등 관련 기능성과 거리가 있는 경우도 유효특허에서 제외하였다.

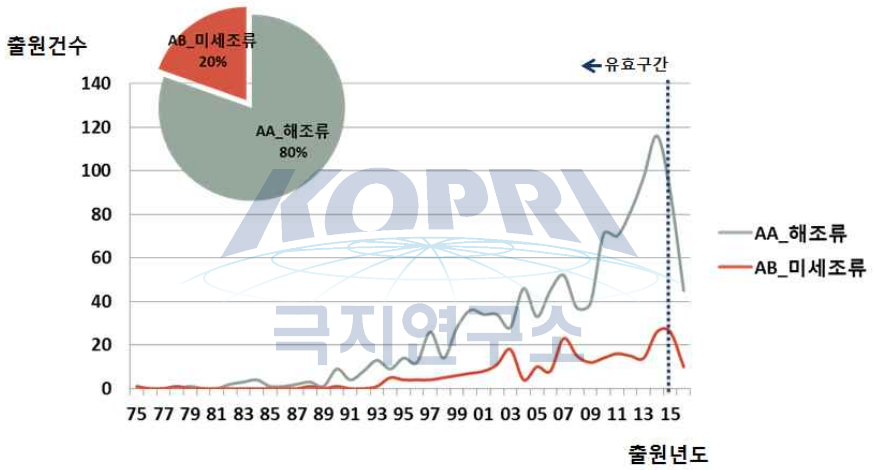
<표 3> 유효특허

중분류	특허 건수						
	한국 (KIPO)	미국 (USPTO)	일본 (JPO)	유럽 (EPO)	중국 (SIPO)	PCT (WIPO)	계
해조류(AA)	268	103	309	54	302	73	1,109
미세조류(AB)	39	43	78	20	64	26	270
합계	307	146	387	74	366	99	1,379

3. 해조류, 미세조류 기술개발 현황

가. 특허출원 동향

본 기술 분야에서 피부외용제/화장료 기술에 적용된 유효성분 분야는 해조류의 경우 전체의 80%, 미세조류는 20%를 차지하는 것으로 나타났음



<그림 3> 중분류 출원동향

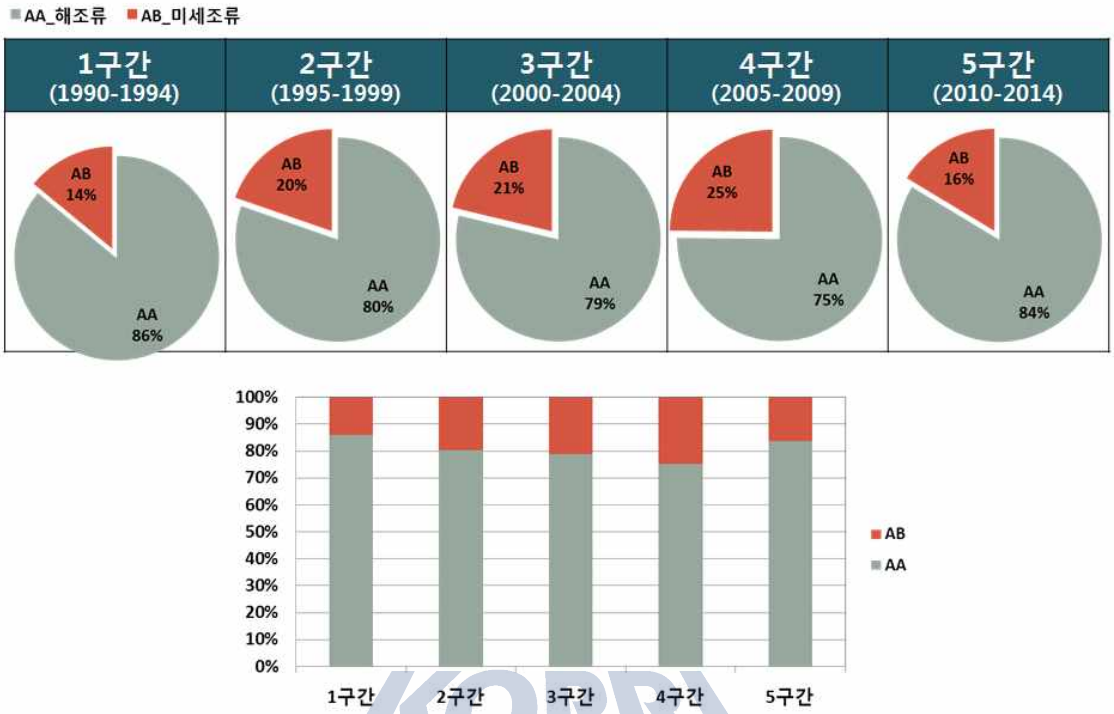
(1) 해조류

해조류의 경우 특히 2010년 후반 이후 기술 개발이 두드러지는 것으로 나타남. 2010년 이후 특허 출원 동향은 한국 및 중국에 의하여 주도되는 만큼, 해조류의 출원이 활발한 것은 해당 국가의 출원이 활발한데서 기인하는 것으로 보임. 중국은 전 세계 해조류 양식 생산량의 73%를 차지할만큼 해조류에 대한 인식 및 접근성이 높으며 여러 물질을 활용하여 피부외용제/화장료를 개발하는 가운데 해조류를 첨가하는 경우가 많은 것으로 보임. 중국은 2000년대 중반 이후 전반적인 기술분야에서 특허 출원이 증가하고 있으며, 비교적 개발이 용이하고 친숙한 자원을 활용한 본 기술분야에 대한 특허 출원이 활발하게 이루어지고 있는 것으로 보임

(2) 미세조류

미세조류의 경우 2000년대 초반 이후 완만한 출원 양상을 나타내고 있는데 주로 클로렐라와 스피룰리나 등 특정 미세조류 관련 기술에 집중되고 있음. 기타 미세조류 종의 활용은, 신규 미세조류의 동정 또는 배양기술 등 기반기술을 확보한 출원인을 중심으로 출

원이 이루어지는 것으로 보임. 이에 따라 전통적으로 양식하여 식품 등으로 활용되어 온 해조류보다 다수의 출원인에 의한 접근성이 떨어져 피부외용제/화장료 사용비율이 낮은 것으로 판단됨. 그러나 자원 발굴에 대한 각국의 경쟁이 심화되고 있는 만큼, 신규 미세조류에 대한 발굴 및 이에 대한 활용 특허 출원은 지속적으로 이루어질 것으로 보임



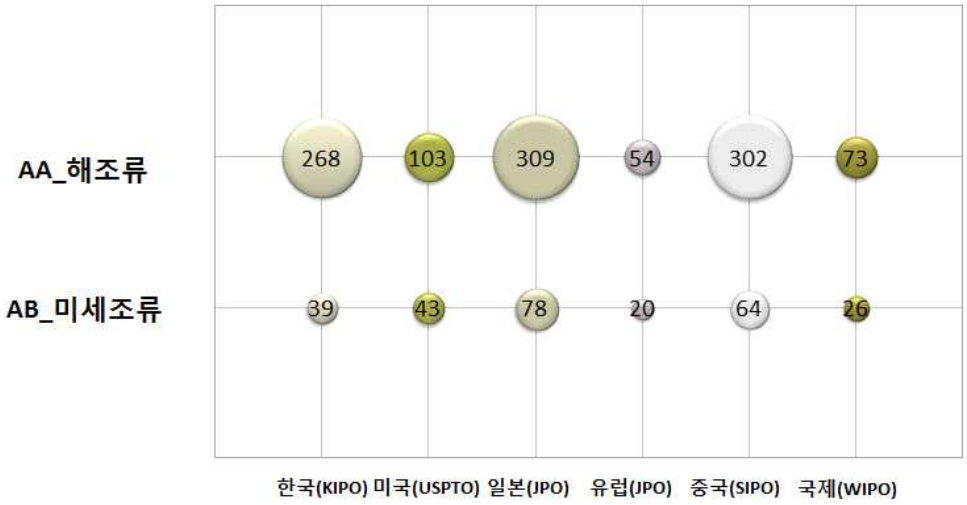
<그림 4> 구간별 출원비율

- 1구간(1990년~1994년), 2구간(1995년~1999년), 3구간(2000년~2004년), 4구간(2005년~2009년), 5구간(2010년~2014년)으로 나눈 구간별 중분류 출원비율을 확인하였음

- 해조류 및 미세조류의 특허출원 비율은 1구간(1990년~1994년)에서는 미세조류가 14%를 차지하고 있었으나 2구간(1995년~1999년)에서는 20%로 증가하였음. 이후 4구간(2005년~2009년)까지 점차적으로 출원비율이 증가하였으나 5구간에서 16%로 감소하였음. 이는 5구간(2010년~2014년)부터 중국의 출원이 급격하게 증가함에 따라, 해조류의 개발 비율이 높은 중국의 동향이 반영된 것으로 보임

나. 국가별, 분류군별 특허출원 현황

- 한국은 해조류의 출원이 268건, 미세조류 관련 출원이 39건이었으며 중국은 해조류의 출원이 302건, 미세조류 관련 출원은 64건이었음. 2000년대 전후반으로 기술개발이 활발했던 일본의 경우 해조류 출원이 309건, 미세조류 관련 출원이 78건으로 확인되었음. 일본은 분석대상 특허 중 가장 다수의 미세조류 관련 출원을 진행하였으며 클로렐라, 스피룰리나, 헤마토코쿠스, 클라미도모나스, 두날리엘라 등의 미세조류를 사용하였음



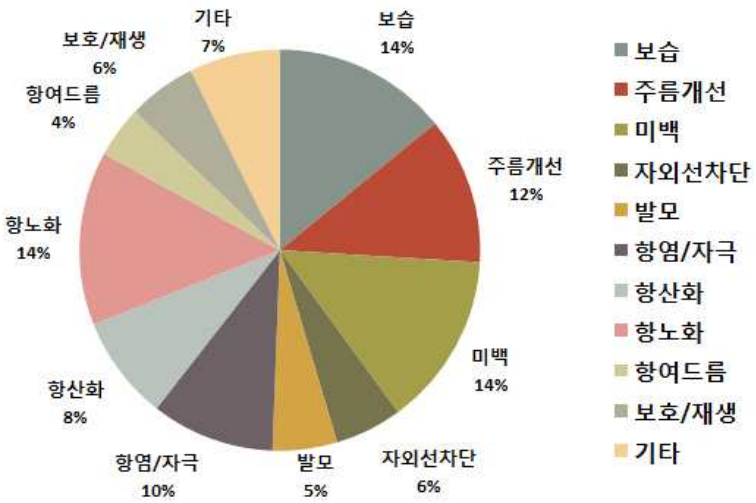
<그림 5> 국가별 중분류 특허출원

- 미국 및 유럽의 경우 미세조류 관련 기술의 출원비율이 높았으며 한국, 중국 및 일본의 경우 해조류의 출원비율이 높았음. 이는 미세조류의 절대적인 출원 건수가 적은데서 기인할 수도 있으나 전통적으로 친숙한 해조류의 출원이 매우 활발하게 이루어짐에 따른 것일 수 있음. 사용된 해조류로는 대표적으로 파래, 김, 감태, 미역, 우뭇가사리, 모자반 등이 확인되었음

다. 기능성 별 특허출원 현황

- 하나 이상의 기능성을 확인한 특허를 중복으로 처리하여 기술별로 분류하는 경우, 총 1,787건의 특허가 확보됨(기존의 유효특허는 1,379건임). 소분류는 주름개선, 미백, 자외선 차단 등의 기능성화장품 인정항목 이외에 피부보호/재생, 보습, 항염/자극(아토피 등 포함), 항산화, 항노화(특허상에 항노화라고 언급되었으나 여러 기능성이 중복된 경우가 많음. 참고적으로, 최근 3년(2012년 12월-2015년 12월)의 항노화 관련 권리를 획득한 한국 등록특허에서 관련 실험을 살펴보면, 주름개선 및 항산화 관련 실험의 비율이 높은 편이며 기타 미백, 항염 등의 실험이 그 뒤를 잇고 있음)

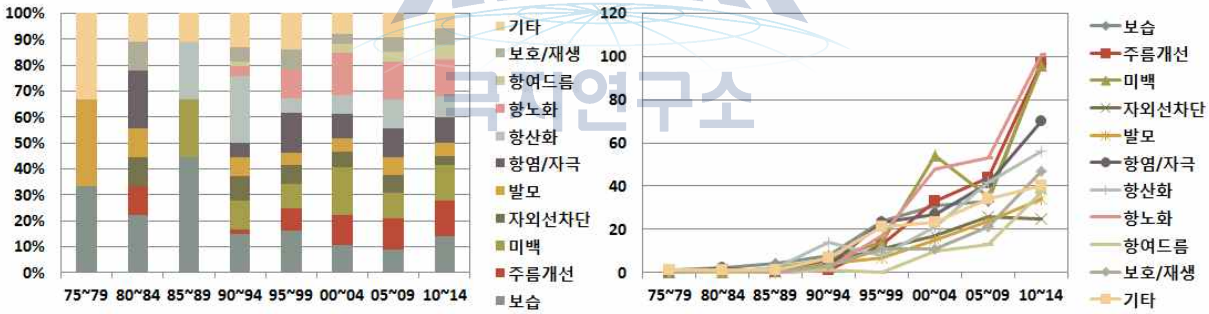
KOPRI 극지연구소



<그림 6> 소분류 특허출원 비율

- 중복된 기능성을 지닌 특허의 수를 확인하였을때, 2가지 기능성을 확인한 특허는 238건, 3가지 기능성은 55건, 4가지 기능성은 14건, 5가지 기능성은 6건 등이 있었음

- 해조류 및 미세조류를 이용한 피부외용제 기술 중 가장 많은 비율을 차지하는 기능성은 보습, 항노화 및 미백 기능성으로 확인되었으며 각각 14%를 차지하고 있음. 기타 주름개선과 항염 관련 기능성도 각각 12%, 10%를 차지하였음



<그림 7> 구간별 출원 현황

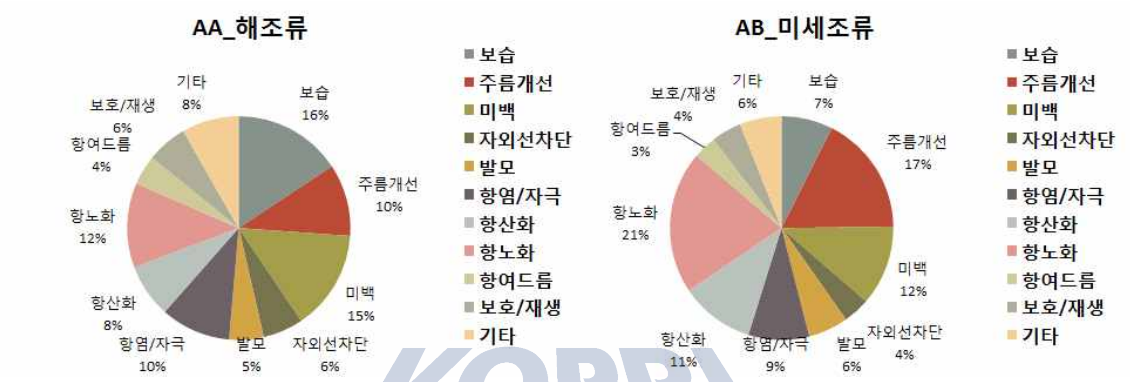
- 연도별, 구간별 출원 현황을 살펴보면, 출원이 증가하기 시작한 1990년대에는 항산화 관련 기능성을 확인한 특허가 다수를 차지하고 있음. 물질의 항산화 효과는 확인이 용이하기 때문에 거의 모든 천연물 연구에서 초기에 활성 확인이 이루어짐

- 그 후 항염, 보습 관련 기술이 발달하였는데 해조류의 경우 보습에 대하여 일반적으로 좋은 인식이 있기 때문에 초기 개발이 이루어진 것으로 보임

- 2000년대에는 여러 검증기법의 발달과 천연물을 이용한 기술의 발달이 이루어진 시기로 본격적인 연구가 이루어지면서 미백 및 항노화 기능성의 발달이 두드러지고 있음. 특히 미백의 경우 해당시가 기술 개발이 활발하였던 일본 화장품 업계의 주요 관심사였기 때문에 활발한 기술 개발이 이루어진 것으로 추정됨

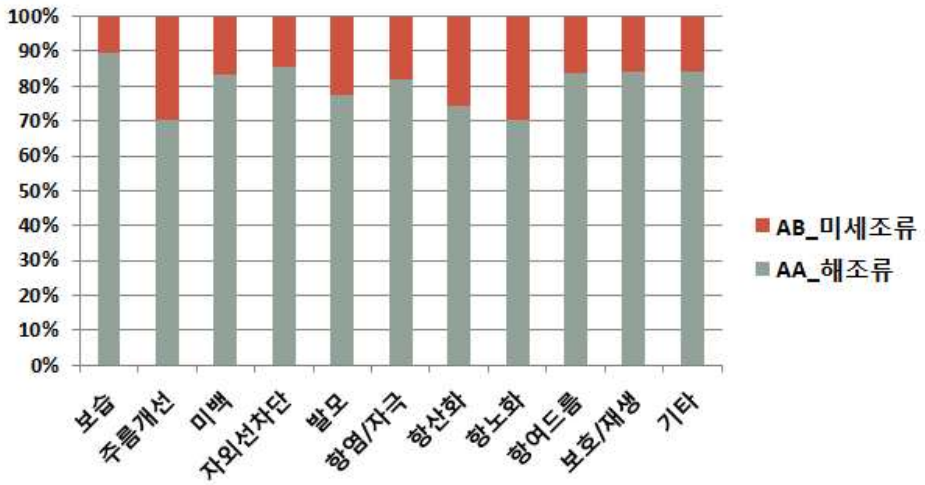
- 2000년대 중후반 이후에는 피부보호/재생 관련 특허의 비율이 다시 늘어나고 있으며 항산화, 항염 등의 기술 개발도 다시 증가하는 양상을 보임. 이는 해당 시기에 자원발굴 경쟁이 증가하고 미세조류 또는 해조류의 청정에너지 생산 가능성 발견 등에 따른 여러 기술이 발달되면서 신규한 미세조류나 해조류의 기초 기능성 연구가 다시 증가하였기 때문으로 판단됨

- 2010년 이후 기능성은 다양한 분야에서 다양하게 이루어지고 있으며 다시 보습 관련 기능성도 증가하고 있음. 2010이후의 기술 개발 양상은 한국 및 중국의 개발 양상에 따른 것임



<그림 8> 중분류별 소분류 비율

- 중분류의 소분류 점유율을 살펴보면, 해조류(AA)의 경우 보습, 미백, 항노화, 주름개선의 순으로 연구가 활발하게 진행되었음. 미세조류(AB)의 경우에는 항노화, 주름개선, 미백, 항산화 활성의 순으로 기술개발이 이루어졌음



<그림 9> 소분류별 중분류 비율

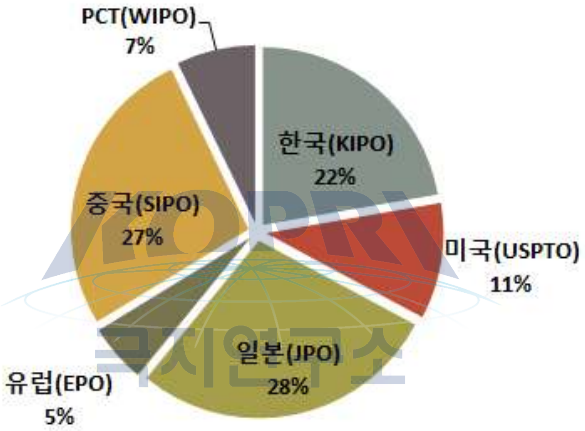
- 소분류별 중분류 비율을 살펴보면, 항노화, 주름개선 및 항산화의 미세조류 연구 비율이 높게 나타났음. 미세조류의 경우 신규 종의 인체적용 기능성 탐색시 가장 초기에 이루어지는 항산화 활성에 대한 연구도 다수 이루어짐에 따라, 신규 종을 이용한 기술 개발이 이

루어진 것으로 판단할 수 있음

제 3 절 국가별 특허 동향 분석

1. 주요시장국 개술개발 현황

미세조류 및 해조류의 기능성 화장료(피부외용제) 관련 기술의 특허 출원은 1990년대 중반 이후 지속적으로 증가하는 양상을 나타내고 있다. 특히 2000년대 후반 약간의 정체기가 있었으나 2010년 이후 다시 급격한 증가 양상을 나타내고 있는데 일반적으로, 천연물의 추출물을 이용한 피부외용제(화장료) 기술은 2000년대 이후 일본의 출원 감소, 중국의 급격한 출원 증가, 한국의 완만한 출원 양상 등에 의하여 2000년대 초중반 이후 완만한 성장세를 나타내고 있다. 그러나 본 기술 분야의 경우 최근까지 지속적인 성장세를 나타내고 있음이 확인되었다.



<그림 10> 국가별 출원비율

- 국가별 출원 비율을 살펴보면, 일본이 28%, 중국이 27%, 한국이 22%를 차지하고 있으며 미국이 11%, 유럽이 5%, PCT 출원이 7%를 차지하고 있음

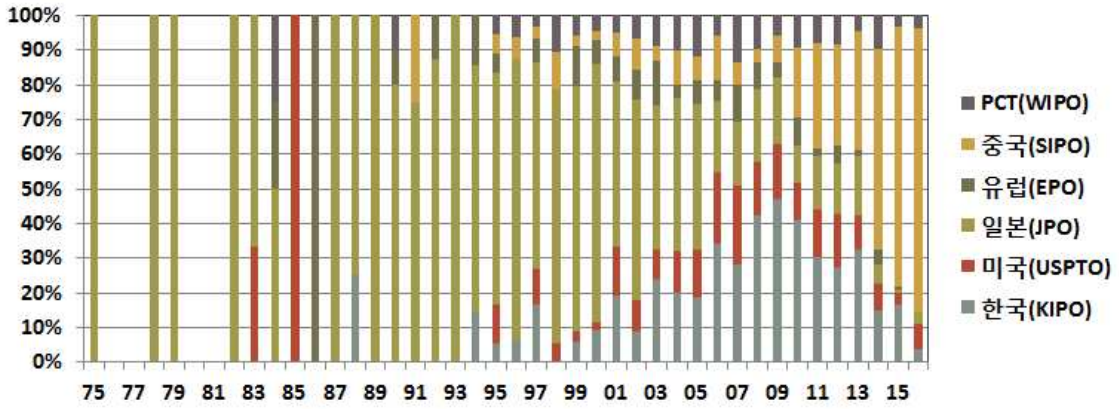
- 일반적으로 추출물을 이용한 기술 분야의 국가별 출원 비율 중 중국의 출원 비율이 현저하게 높은 편이나 본 기술 분야는 아직 중국의 진출이 활발하지 않은 것으로 보임. 중국의 전반적인 과학기술 분야 특허 출원은 2000년도에 들어서 증가하는 경향을 보이는데 이는 중국 과학 기술의 전반적인 발달에서 기인한 것일 뿐 아니라 중국 정부 차원에서 지적재산권을 국가 발전의 전략자원과 국가 경쟁력 핵심요소로 인식함에 따라 2004년 국가지적재산권 전략을 제정하고 2007년 후진타오 총서기에 의한 국가지적재산권 전략 실시를 명확하게 한데 기인하여 이루어진 것임. 특히 전통적으로 중국에서 사용해온 천연물을 여러 조합으로 혼합하여 다량의 건강기능식품, 의약품, 화장품 등에 대한 출원을 수행하고 있음

- 그러나 본 과제 기술 분야인 미세조류 및 해조류는 전통적으로 활발하게 사용해온 물질이 아니기 때문에 기술의 발달이 2010년 이후부터, 타 천연물 기술 분야에 비하여 비교적 천천히 이루어지고 있는 것으로 판단됨

- 천연물을 이용한 기술의 개발은 한국, 일본 및 중국에서 활발한 경향을 나타내며 일본의 경우 1990년대 후반에서 2000년대 초반까지 화장료 기술분야에서 두각을 나타내었음. 본 과제 기술분야인 미세조류 및 해조류의 기능성 피부외용제 기술에서도 일본은 1990년대 후반에서 2000년대 초반까지 출원이 다수 이루어졌으나 그 이후 감소하는 추세를 나타내었음. 그러나 2010년 이후 다시 증가하는 양상을 나타내고 있기 때문에 향후 모니터링이 요구됨

- 미국 및 유럽의 본 기술 분야 특허 출원은 2000년대 이후 지속적인 출원이 이루어지고 있으나 기술의 출원 비율이 한국, 일본 및 중국에 비하여 낮기 때문에 전반적인 기술 개발을 주도하고 있지 못한 것으로 판단됨

- 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국 및 국제특허의 출원 비율을 연도별로 살펴보면, 2000년대 초반까지 일본의 출원 비율이 높았으며 이후 2000년대 후반 한국의 출원 비율이 높았다가 현재는 중국의 출원 비율이 매우 높은 것으로 나타남. 일반적으로 중국은 천연물을 여러 가지 혼합하여 사용하는 경우가 많기 때문에 특허의 권리범위가 좁고 원천성이 낮은 경향을 나타냄. 본 기술 분야의 경우에도 혼합하여 사용한 경우가 많기 때문에 중국 특허의 비율은 높으나 원천성은 낮은 것으로 보임



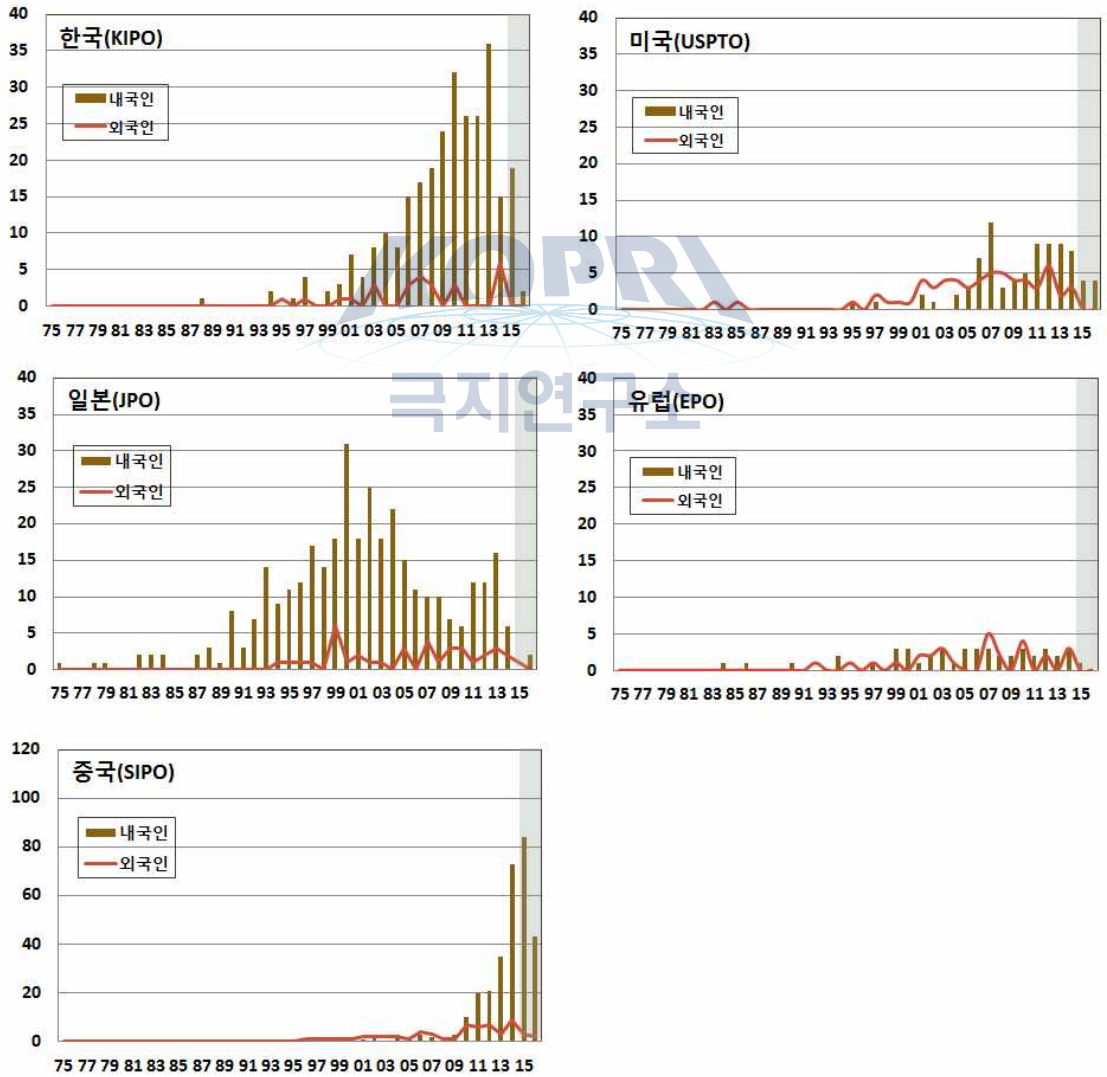
<그림 11> 국가별 연도별 출원비율

2. 주요 시장국 내 외국인 특허 출원현황

주요시장국의 내외국인 출원동향은 해외 출원인에게 시장이 얼마나 매력적인지, 또는 자국의 기술이 얼마나 발달하였는가를 알려주는 지표로 활용될 수 있는데 자국이 기술이 발달하였다면 자국 출원인에 의한 출원이 다수를 차지하겠지만, 반면 해외 출원인의 진입이 적어 출원이 적은 것으로도 해석될 수 있다.

- 일반적인 기술의 경우, 외국인의 출원 비율은 15% 전후를 나타내는 것으로 보는데 본 기술 분야에서 한국은 내국인 출원 비율이 92%로 높은 편이며 일본도 내국인 출원 비율이 90%를 차지하고 있다. 그러나 미국 및 유럽의 특허 출원은 내국인 비율이 약 60% 전후를 차지하고 있는데 이는 미국 및 유럽의 경우 시장의 크기가 크기 때문에 해외의 시장 진입이 활발한 것으로 파악될 수 있다.

- 또한 개별국으로 진입하기 전에 출원하는 국제출원(PCT)의 경우, 미국 및 프랑스의 비율이 매우 높은 것을 알 수 있다. 원천성이 높은 기술이나 해외 시장에서도 시장성(상업성)이 높은 기술의 경우 고비용의 국제특허 출원이 이루어지게 되는데 미국과 프랑스의 경우 전체적인 특허의 출원 비율은 높지 않으나, 중요한 특허 출원 비율은 높은 것으로 나타났다.

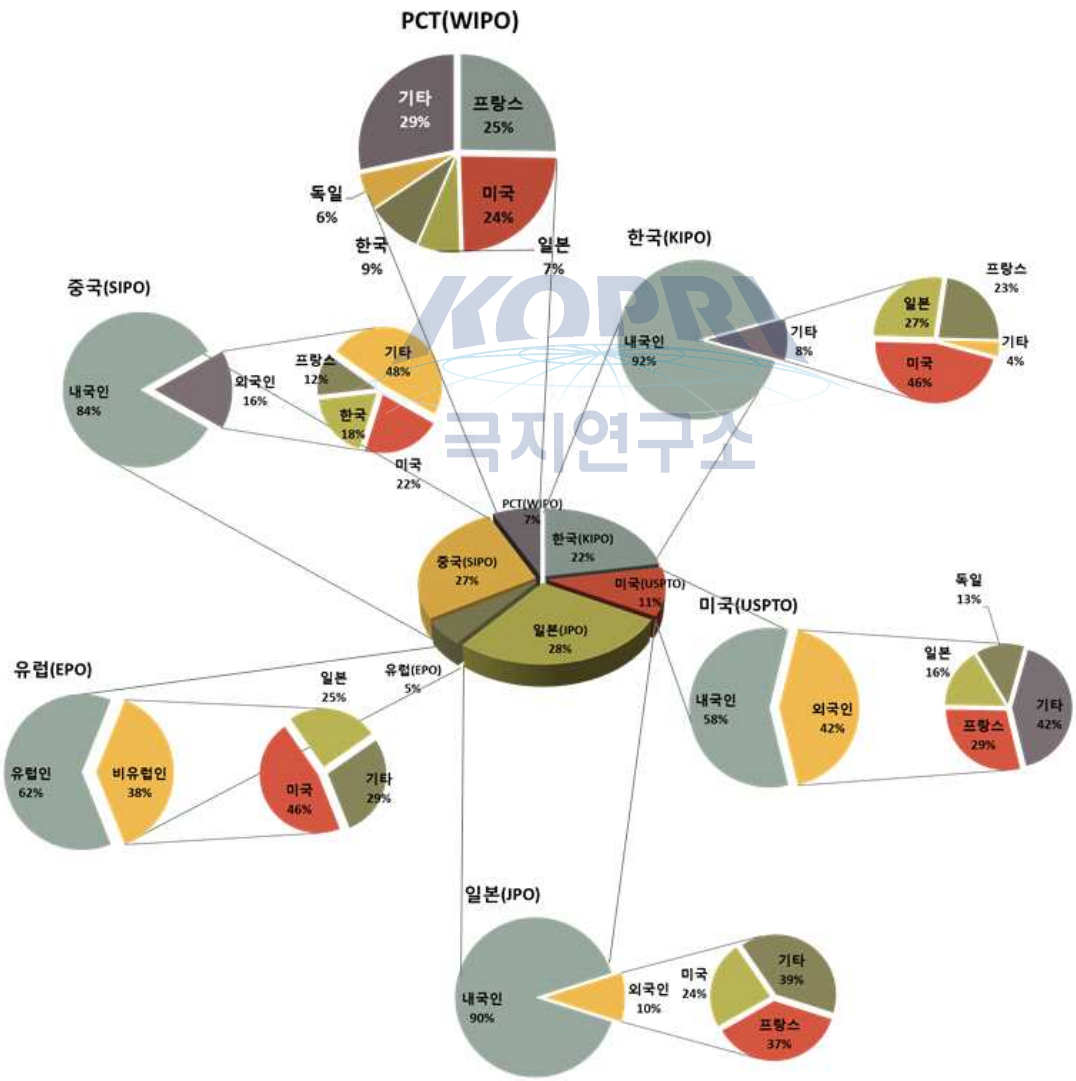


<그림 12> 내외국인 연도별 출원동향

- 한국에는 미국 및 일본의 출원 비율이 높았음. 일본의 경우 타 국가보다 인접한 한국에 대한 특허 출원이 활발하게 이루어졌음. 일본 국적인에 의한 특허 출원은 2000대 초반에 활발하게 나타났음

- 중국의 경우 시장의 크기가 크기 때문에 시장에 제품을 내놓기 위한 외국인의 출원 비율이 한국보다 높은 것으로 파악됨. 또한 중국은 특허권 보호 의식이 낮은 편이였으며 자국 기업 보호 경향으로 인해 외국 기업의 특허권 행사가 어려운 편이였으나 2010년 이후 특허 소송이 급격하게 증가하고 있으며 특허권자의 승소율이 높은 편이므로 해외 기업의 중국 내 출원 비율도 높아졌음.

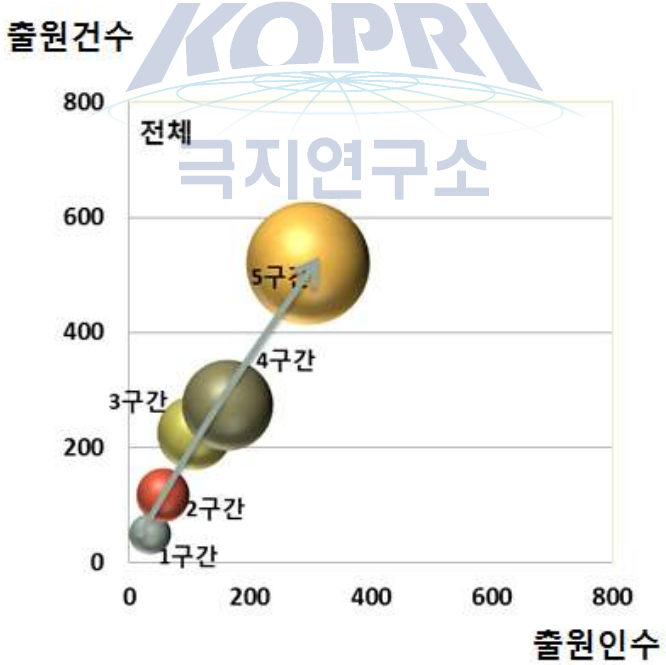
- 본 기술분야에서 중국에 출원한 주요 외국인의 비율은 미국, 한국 및 프랑스의 순으로 높았는데, 화장품/피부외용제 중국시장에서 한국제품의 비율이 높기 때문에 이에 따라 한국 특허의 중국 출원 비율도 높은 것으로 보임



<그림 13> 내외국인 출원현황

3. 기술시장 성장단계 파악

국가별 특허의 출원건수와 출원인을 기준으로 한 본 기술분야의 기술성장단계를 파악하였다. 기술시장 성장단계는 보통 신기술이 출현하고 특허수와 출원인수가 적은 태동 단계, 특허 출원 건수와 출원인수가 함께 빠르게 증가하는 성장단계, 기술이 특허 출원건수는 정체하고 경쟁력 있는 출원인들 위주로 출원이 이루어져 출원인수가 정체 또는 감소하는 성숙단계, 특허 및 출원인수가 감소하는 쇠퇴단계가 있다. 필요에 의해서 기존 기술에 새로운 기술이 도입되거나 전체 기술 분야 중 특정 기술이 재평가 받아 발전하게 되는 경우 다시 특허 출원과 출원인수가 증가하는 회복 단계로 나뉠 수 있다.

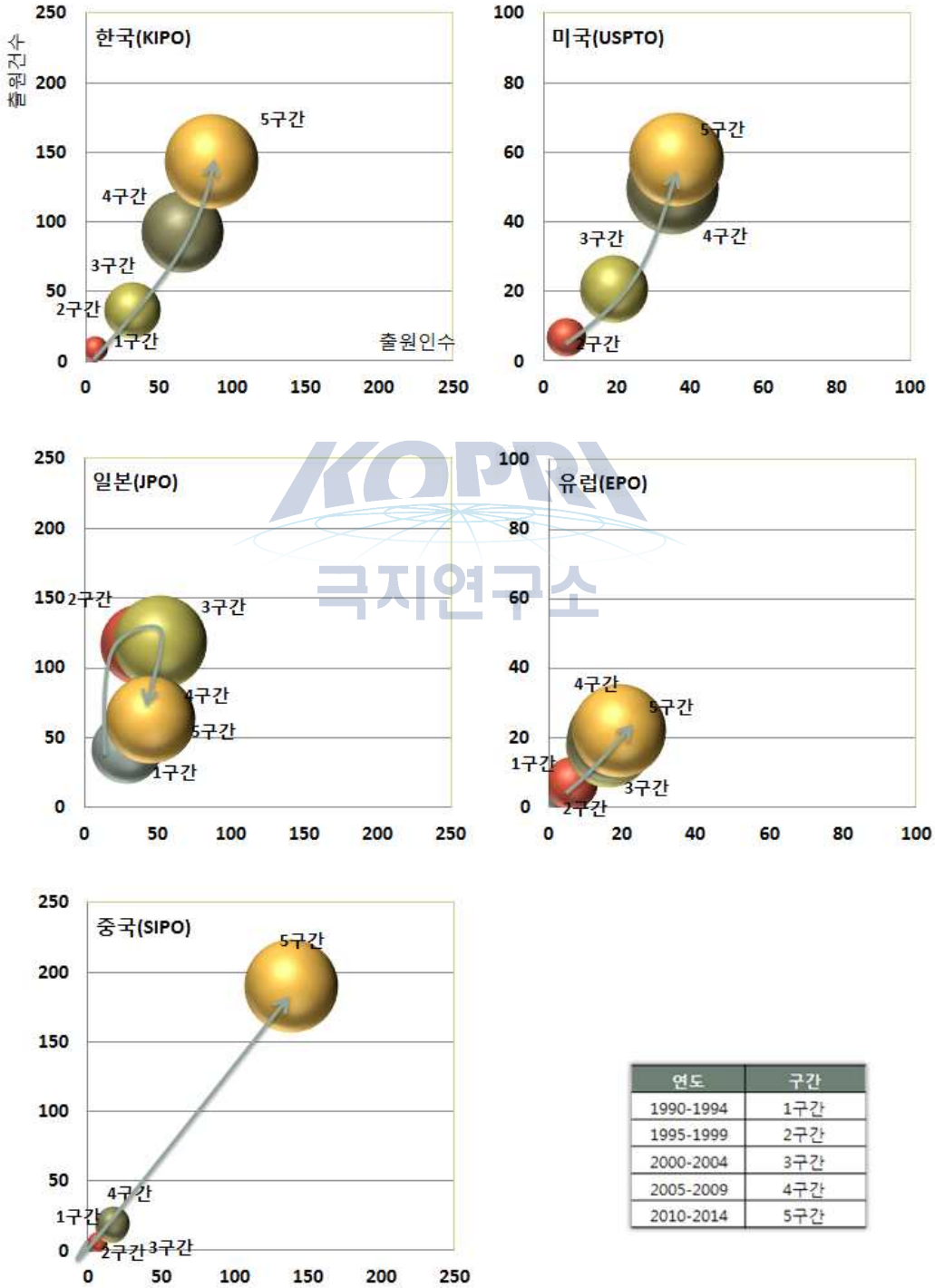


KOPRI 극지연구소

<그림 14> 기술시장 성장단계

- 해당 그래프는 본 분석대상인 미세조류 및 해조류의 기능성(피부외용제, 화장료) 기술 전체 및 분석 대상 국가(한국, 미국, 일본, 유럽 및 중국) 전체의 기술 위치를 포트폴리오로 나타낸 것으로 최근의 출원 동향을 5개의 구간으로 나누어 각각의 구간별 특허 출원인 수 및 출원 건수를 나타내어 특허 출원 동향을 통한 기술의 위치를 살펴볼 수 있음. 각 구간은 1구간(1990년~1994년), 2구간(1995년~1999년), 3구간(2000년~2004년), 4구간(2005년~2009년), 5구간(2010년~2014년)으로 나누었음

- 본 과제 기술은 현재 출원인수와 출원건수가 모두 증가하는 성장기에 위치하고 있음. 특히 4구간(2005년~2009년)에서 5구간(2010년~2014년) 사이에 급격한 출원인수 및 출원건수 증가가 나타남. 성숙기는 출원건수는 감소하거나 지속되는 가운데 출원인수가 감소된 것으로 주요 출원인에 의한 기술 점유가 일어나 시장에서 기술 개발 경쟁이 줄어들 경우 관찰됨. 4구간(2005년~2009년)에서 5구간(2010년~2014년) 사이에 출원 증가보다 출원인수 증가가 적은 것으로 보아 향후 성숙기에 도달할 수 있으며 지속적인 모니터링이 요구됨



연도	구간
1990-1994	1구간
1995-1999	2구간
2000-2004	3구간
2005-2009	4구간
2010-2014	5구간

KOPRI 극지연구소

<그림 15> 각 출원국가별 기술시장 성장단계

- 국가별 기술 성장 단계를 살펴보면, 한국의 특허 기술 위치는 1구간(1990년~1994년)에서 2구간(1995년~1999년)까지는 태동기, 2구간(1995년~1999년)에서 5구간(2010년~2014년)까지는 성장기를 나타내고 있음. 특히 3구간(2000년~2004년)에서 4구간(2005년~2009년)까지 활발한 증가세를 나타내었으며 현재 5구간(2010년~2014년) 에서는 전체적인 증가세는 감소하고 있으며 출원인수의 감소가 나타나고 있어 향후 성숙기로 진입할 가능성이 높아 보임

- 미국의 경우 3구간(2000년~2004년)에서 4구간(2005년~2009년)사이 급격한 성장과 함께 출원인 감소가 확인되었으며 5구간(2010년~2014년)에서 출원인수의 감소 및 출원건수의 정체에 다다르고 있어, 성숙기로 진입하고 있는 것으로 판단됨. 미국에서 본 기술분야는 점차 주요 출원인에 의한 점유가 나타나고 있으며, 이는 미세조류 및 해조류를 이용한 피부 외용제/화장료 기술 뿐 아니라 에너지 분야를 비롯한 전반적인 미세조류 및 해조류 사용 기술의 발달과 맞물려 있는 것으로 판단됨. 미세조류의 기능성 분야 이외에 물질 추출, 배양, 활용, 회수, 반응기/ 기술 분야는 현재 한국, 미국, 유럽 및 중국에서 폭발적인 성장세를 나타내고 있는데 자본이 거대하고 상업성이 높은 에너지 분야 기업의 출원이 큰 비중을 차지하고 있음. 미국의 경우 해당 기술 분야에서 시장성 및 기술성이 높은 기술의 출원이 많은 편임(국제특허 출원 비율 높음)

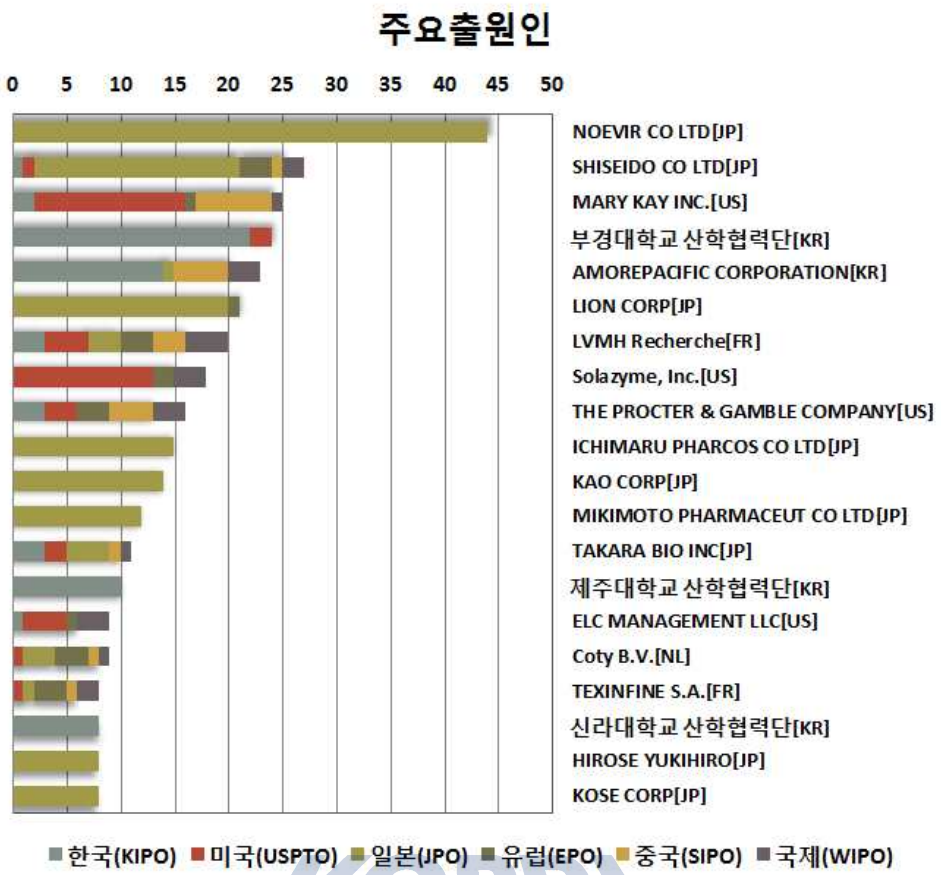
- 일본은 1구간(1990년~1994년) 내지 2구간(1995년~1999년)에서 성장을 나타내었으나 3구간(2000년~2004년)에서 4구간(2005년~2009년)사이 쇠퇴기를 나타내었음. 그러나 5구간(2010년~2014년)은 4구간(2005년~2009년)과 유사한 출원건수 및 출원비율을 나타내기 때문에 향후 지속적인 쇠퇴 또는 회복기로의 진입 여부는 모니터링을 통하여 확인할 수 있음

- 유럽의 경우 1구간(1990년~1994년) 내지 5구간(2010년~2014년)에서 지속적으로 출원 및 출원인이 증가하였으나 그 증가 비율이 높지 않고, 절대적인 출원건수가 적은 편임

- 중국은 1구간(1990년~1994년) 내지 4구간(2005년~2009년)에서 태동기를 나타내었으며 5구간(2010년~2014년)에서 급격한 출원인수 및 출원건수 증가를 나타내고 있어 현재 성장기임. 중국은 현재 출원건수에서 차지하는 비율이 크기 때문에 전체적인 기술성장단계가 성장기에 위치하는데 큰 영향을 끼침. 그러나 중국은 기업보다 개인의 출원 비율이 높은 편이고 특허에서 다수의 물질을 혼합하여 사용하는 등 기술의 성숙도가 낮은 편이기 때문에 향후 주요 출원인에 의한 시장 점유 및 이에 따른 성숙기 진입이 일어나지 않고 바로 쇠퇴기로 진입할 가능성이 있음

4. 주요 경쟁국 현황

다출원 기준 주요 출원인을 나열하였으며, 주요 출원인의 특허 출원 대상 국가를 살펴보아 타겟 시장을 확인하였다.



<그림 16> 주요 출원인

- 일본의 NOEVIR CO LTD가 가장 많은 특허를 출원하였으며, 일본의 SHISEIDO CO LTD, 미국의 MARY KAY INC., 한국의 부경대학교 산학협력단, 한국의 AMOREPACIFIC CORPORATION, 일본의 LION CORP 등이 주요 출원인으로 확인되었음. 중국의 경우 전체 특허 출원에서 차지하는 비율은 높으나 대부분 개인출원에 의한 것이며, 여러 물질을 혼합하는 과정에서 미세조류 또는 해조류가 혼합한 단순 기술이 다수를 차지하기 때문에 뚜렷한 주요 출원인은 확인되지 않았음

- 일본의 NOEVIR CO LTD는, 전체 매출에서 화장품이 차지하는 비율이 약 70%, 기타 의약품 및 건강기능식품이 차지하는 비율이 25% 정도인 기업으로 1964년 설립되었음. 주로 해조류를 이용한 미백 및 항노화 피부외용제 기술에 대한 출원을 수행하였음. 출원은 대부분 일본에서만 이루어졌으며 자국내 시장에 한정된 기업 활동을 하는 것으로 판단됨

- 일본의 SHISEIDO CO LTD(시세이도)는 1972년 설립된 일본 화장품 생산 기업으로 스킨케어제품, 메이크업 제품, 기능성 화장품 등을 제조 판매하고 있음. 시세이도 그룹은 전 세계 87개국에 진출해 110개의 지사와 약 2만 5천 개의 대리점을 가지고 있으며, 3만 2천여 명의 직원을 보유하고 있음. 또한 일본 본사에 4곳을 포함해 아시아와 유럽, 미국 등에 11개의 R&D센터를 보유하고 있는 것으로 알려졌음. 2017년까지 매출 50% 이상을 해외 시장에서 올린다는 목표를 가지고 적극적인 해외 영업을 추진 중임. 매우 다양한 화장품

원료 관련 특허를 출원하고 있으며 미세조류 및 해조류의 출원도 다양하게 이루어지고 있음. 항노화, 미백 등에 대한 특허를 출원하였으며 일본이외에 한국, 미국, 유럽 및 중국에 특허를 출원하였음

- MARY KAY INC(메리케이)는 미국 최대의 화장품 업체로, multi-level marketing/direct sales 판매 전략을 수행하고 있음. 1963년 설립되었으며 텍사스에 기반을 두고 있음. 화장품 및 자외선 차단제 등의 제품이 있으며 해외 진출을 시작한 초기(1997년)부터 중국 시장을 염두하여 현재 중국에 공장이 가동중임. 본 기술분야의 특허 출원 현황을 살펴보면, 자국인 미국 이외에 중국 출원 비율이 높은 것을 확인할 수 있음. 본 기술분야 중 주로 해조류를 이용한 항노화 관련 기술에 대한 특허를 출원하였음

- 한국의 주요 출원인으로는 부경대학교 산학협력단, 제주대학교 산학협력단, 신라대학교 산학협력단이 확인되었음. 주요 출원인이 대부분 산학협력단으로, 아직 기업에 의한 진출은 활발하지 않은 것으로 보임. 기업의 출원 및 기술 권리화는 제품화와 직접적으로 연결될 가능성이 높은 만큼 산학협력단에 의한 출원이 다수를 차지하는 현재의 상황은, 아직 시장의 경쟁이 활발하지 않은 것으로 이해될 수 있음. 이에 따라 시장 선점을 위한 기술 개발 및 상용화 노력이 시급함

5. 국내외 신규 시장 진입자

2012년에서 2016년 사이 새롭게 본 기술분야에서 특허 출원을 한 신규 시장 진입자 현황을 국가별로 아래의 표에 나타내었으며 이들은 향후 잠재적 경쟁자로 파악된다.

KOPRI 극지연구소

<표 4> 주요 IP시장국에서의 신규 시장 진입자(잠재적 경쟁자) ('11~'15)

한국(KIPO)		미국(USPTO)		일본(JPO)		유럽(EPO)		중국(SIPO)	
출원인명	건수	출원인명	건수	출원인명	건수	출원인명	건수	출원인명	건수
(주) 아이투비	3	ELC MANAGEMENT LLC	4	TROPICAL TECHNOLOGY CENTER LTD,DAI ICHI KOGYO SEIYAKU CO LTD	3	AURORA ALGAE, INC.	1	DAOHE BIOTECHNOLOGY CO. LTD.	6
KIMBERLY-CLARK WORLDWIDE, INC.	3	Cappello; John V	2	KITAMI INSTITUTE OF TECHNOLOGY	2	BASF CORPORATION	1	QINGDAO HIFUN MARINE BIOLOGICAL TECHNOLOGY CO., LTD.	6
주식회사 바이오에프디엔씨	3	I Commercial Marine Biology Institute, LLC	2	PANAC CO LTD	2	ELC MANAGEMENT LLC	1	YANG LILI	5
주식회사 파인바이오	3	부경대학교 산학협력단	2			EVONIK DEGUSSA GMBH	1	GONG CANFENG	4
(주)르에쓰	2					MARGNAT, Franck	1	PROYA COSMETICS CO., LTD.	4
김수경|서동구|차영주	2					MARY KAY INC.	1	QINGDAO MEDICAL PREVENTION DISINFECTION PROFESSIONAL TECHNOLOGY CENTER	4
장문식	2					MEDICAL BRANDS RESEARCH B.V.	1	SHANGHAI OCEAN UNIVERSITY	4
장진영	2					OURO FINO PARTICIPACOES E EMPREENDIMENTOS S.A.	1	TAICANG ZHANGGENMU BIOTECHNOLOGY CO., LTD.	4
재단법인 전남생물산업진흥원	2					Pierre Fabre Dermo-Cosmetique	1	YU DINGDING	4
전라남도	2					SEDERMA	1		
주식회사 아미코스메틱	2					SENSIENT COSMETIC TECHNOLOGIES	1		

KOPRI 극지연구소

제 4절 논문 동향

1. 분석대상 연구활동 현황

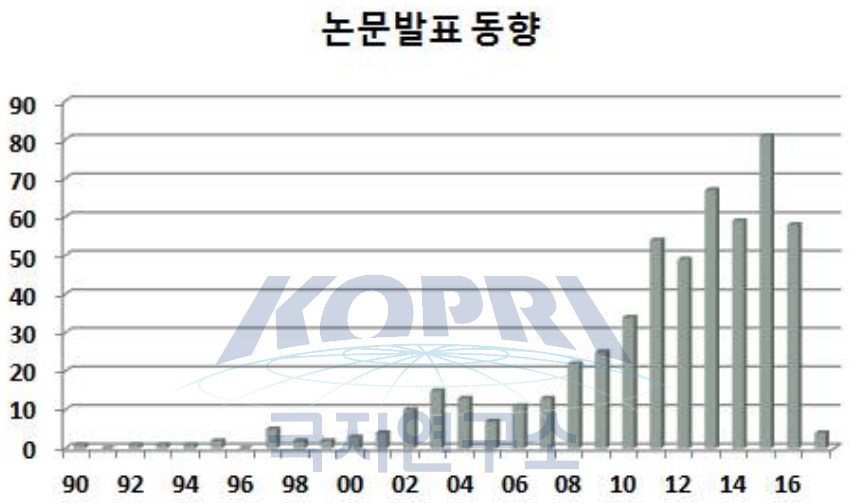
SCOPUS DB를 이용하여 미세조류 및 해조류의 피부외용, 화장료 관련 기능성에 대한 논문을 확보하였다.

<표 5> 논문검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개논문 (발표날짜 기준)	국내·외 논문	SCOPUS	~ 2017.01 현재	논문제목, 초록, 키워드

※ SCOPUS : 34,275개 저널을 보유하고 있으며, 이 중 SCIE급 저널이 8,159개로 전체 SCIE급 저널의 95%를 보유하고 있으며, SCI급 저널은 3,692개로 전체 SCI급 저널의 98%를 보유하고 있음

- 총 1,621건이 분석되었으며 담수조류 등의 노이즈 데이터를 제거한 뒤 확보한 유효논문은 총 545건이었음. 피부외용 또는 화장료와 관련한 연구 논문 발표는, 업적 유용가치가 높은 기술에 대하여 이루어지는 특허 출원보다 그 수가 매우 적은 양상을 나타내었음



<그림 17> 연도별 연구동향

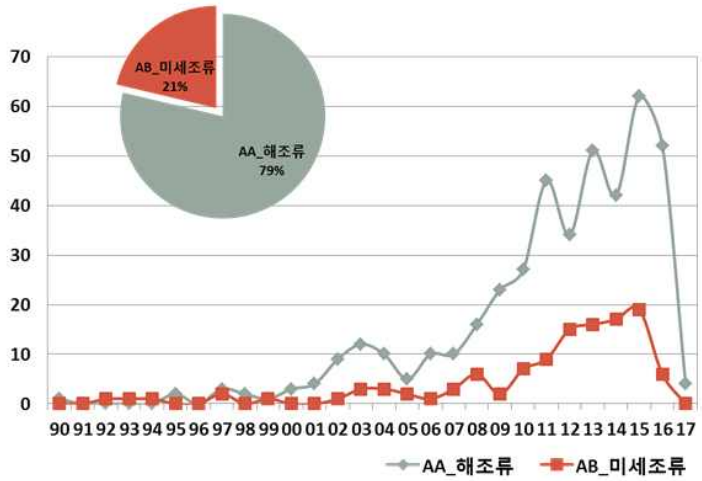
- 미세조류 및 해조류의 논문 발표를 통한 연구 동향을 살펴보면, 2000년대 초반 연구가 증가하는 양상을 나타내었다가 감소한 후 2000년대 후반 다시 증가하는 양상을 나타내고 있음. 2000년 이후에는 친환경 트렌드가 강화되고 미세조류 및 해조류의 활용도가 높아지면서 연구가 증가한 것으로 보임. 초기에는 주로 배양 방법, 유용 물질 추출 방법에 대한 연구가 활발하게 진행되었으나 2000년도 후반에는 활용 방법과 연계된 연구가 활발히 진행되는 경향을 나타내었음

- 2000년대 후반 이후 지속적인 연구 증가 동향이 확인되고 있으며, 외적인 부분에 대한 관심 증가와 각국의 신규 생물자원에 대한 연구 경쟁이 심화되고 있기 때문에 본 기술분야에 대한 연구는 지속적인 증가세를 나타낼 것으로 추정됨

- 본 연구 분야의 상세한 연구로는, 항염증, 상처치료/재생, 자외선 차단 등에 대한 내용이 확인되었으며 Fucoidan 등 해조류 또는 미세조류에서 분리한 성분에 대한 연구가 많은 편

임

2. 해조류, 미세조류별 연구 현황



<그림 18> 연도별 중분류 동향

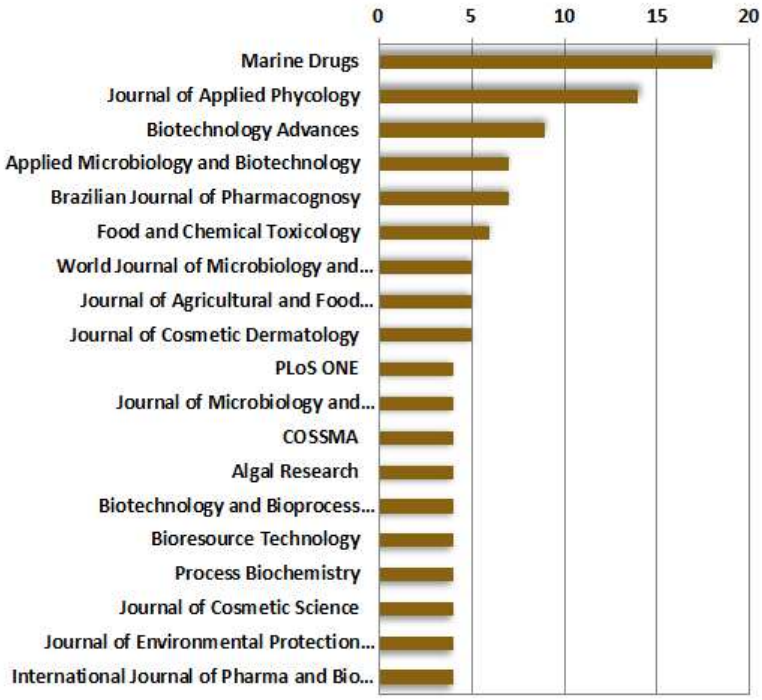
- 해조류에 대한 연구가 79%였으며 미세조류에 대한 연구가 21%를 차지하고 있음. 이는 특허 동향에서 해조류 관련 특허 출원의 비율이 80%, 미세조류 관련 특허 출원 비율이 20%인 것과 유사하며, 기술 분야 자체가 상업성과 연관이 높기 때문에 연구 비율과 특허 출원 비율이 유사한 것으로 판단됨

- 특히 해조류를 이용한 피부외용제/화장료 연구(AA)가 2000년대 초반 증가하였다가 감소하는 경향을 확연하게 드러내고 있으며 2000년대 중후반 이후 다시 증가하는 양상을 나타냄. 미세조류 연구의 경우 2010년경부터 급격하게 발달하였음

- 특허는 제품화 및 상용화를 위하여 유사 재료에 대한 다양한 권리범위를 설정하여 여러개를 출원할 수 있기 때문에 시장의 요구에 따라 출원 동향을 나타내지만, 연구 결과의 논문 출판은 학술적 가치의 발견을 요구하기 때문에 유사 재료의 연구 논문 출판에 한계가 있음. 이에 따라 신규 재료의 발굴이나 국가적 차원의 지원이 있는 경우 활발한 출판 동향을 나타내게 됨

- 2010년 전후하여 해당 분야에 대한 연구의 필요성이 높아진 것으로 보이며 이에 따른 연구 증가 양상이 나타남. 특히 2010년 초반부터 미세조류에 대한 연구가 활발해진 것으로 보임

3. 주요 학술지 현황



<그림 19> 주요 학술지 현황

- 본 기술분야의 논문이 발행된 학술지를 살펴보면, Marine Drugs가 가장 다수를 차지하고 있으며, Journal of Applied Phycology, Biotechnology Advances, Applied Microbiology and Biotechnology 등이 있음

- Marine Drugs는 2003년 발행되기 시작하였으며 SCIE 등급의 저널임. 2013년 impact factor 는 3.978로 확인되었으며, 해양 천연물질의 동정, 분리, 생물학적 활성 탐색 등 기초적인 분야에서부터 의학적 적용, 관련 임상 현황 등 활용분야에 대한 연구 논문을 발행하고 있음

- Journal of Applied Phycology는 1989년부터 발행되었으며 impact factor 는 2.372임. 해양, 담수 또는 육상의 다양한 식물 관련 논문과 생태학, 식물 생리학등에 대한 연구 논문을 출판하고 있음

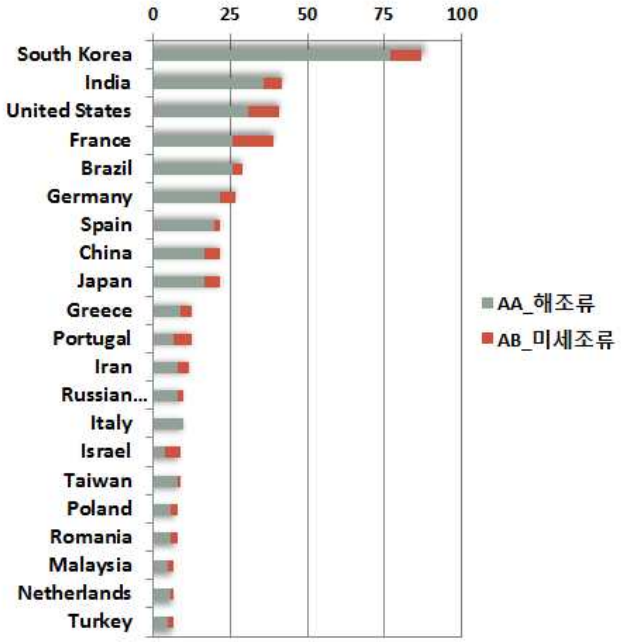
- Biotechnology Advances는 리뷰 저널로, 매우 다양한 분야에 대한 연구 논문을 발행하고 있음. 기초생물학적인 연구에서부터 산업적용 가능한 기술, 농업기술, 의약기술, 환경에 대한 연구 내용까지 다양한 분야를 다루고 있음. 최근 5년간의 impact factor는 11.847점 임

- 기타 본 기술 분야와 관련하여 여러 논문에 인용된 저널로는, Journal of Bioscience and Bioengineering, Trends in Biotechnology, Applied Microbiology and Biotechnology, Journal of Natural Products 등이 있음

4. 해조류, 미세조류 경쟁자 조사

가. 국가별 학술연구 발표 현황

논문 저자의 소속 기관 국가의 정보를 이용하여 상위 20개 국가의 논문 발표 현황을 살펴보았다.



<그림 20> 국가별 논문 발표 순위

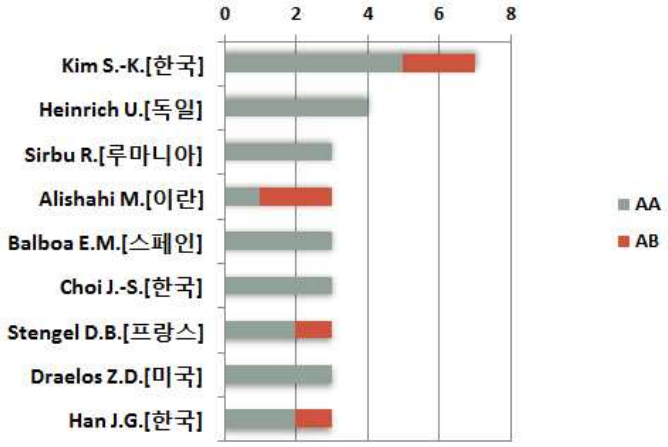
KOPRI 극지연구소

- 한국이 가장 다수를 차지한 것으로 나타났으며 그 다음으로 인도, 미국, 프랑스, 프라질, 독일 등의 연구가 확인되었음. 식생활 문화 중 해조류 및 미세조류, 특히 해조류에 대한 활용도가 높았던 한국은 이에 대한 다양한 연구가 활발하게 진행된 것으로 보임

- 전통적으로 천연물 연구에 강세를 보였던 인도의 연구 비율도 높게 나타났으며 미국과 프랑스는 타 국가에 비하여 미세조류의 연구가 활발한 것으로 나타났음

- 미세조류의 경우 선진국에서 에너지와 산업 소재 원료로 이용하기 위한 연구 및 기술개발이 활발하게 이루어지고 있음. 실제로 미국에서는 100여개가 넘는 미세조류 관련 기업 및 연구소가 있는 것으로 알려져 있음. 이에 따라 화장품 원료 분야에서도 미세조류의 연구 비율이 타 국가보다 높은 것으로 보임

나. 주요저자별 연구활동 현황



<그림 21> 주요 저자

- 미세조류 및 해조류의 피부외용제/화장료 이용 연구의 주요 저자(첫저자) 현황을 살펴보면, 한국의 Kim S.-K., 독일의 Heinrich U., 루마니아의 Sirbu R., 이란의 Alishahi M., 스페인의 Balboa E.M. 등이 있음. 다양한 국가에서 연구를 수행한 것으로 나타났음

- Marine Bioprocess Research Center, Pukyong National University의 Kim S.-K는 주로 해조류 또는 미세조류를 이용한 바이오에너지 생산을 위한 기반기술 및 고부가가치 기능성 소재화 기술에 대한 연구를 수행하였음

- Heinrich U.는 독일의 Institut für Experimentelle Dermatologie Bzw. DermaTronnier, Universität Witten/Herdecke 소속으로, 해조류를 이용한 자외선 차단 기능 등 다양한 피부 관련 기능을 확인하였음

- Sirbu R.는 루마니아의 Faculty of Pharmacy, Ovidius University 소속으로, 해양 생태계에 대한 연구 및 해양에서 획득 가능한 고부가가치 원료에 대한 연구를 수행하고 있음

- 본 기술분야에서 연구 활동이 활발한 한국에서 주요 저자가 여럿 확인되었으며 RIS Center, Industry-Academic Cooperation Foundation, Silla University의 Choi J.-S., Department of Biomaterials Science and Engineering, Yonsei University의 Han J.G. 등이 있음

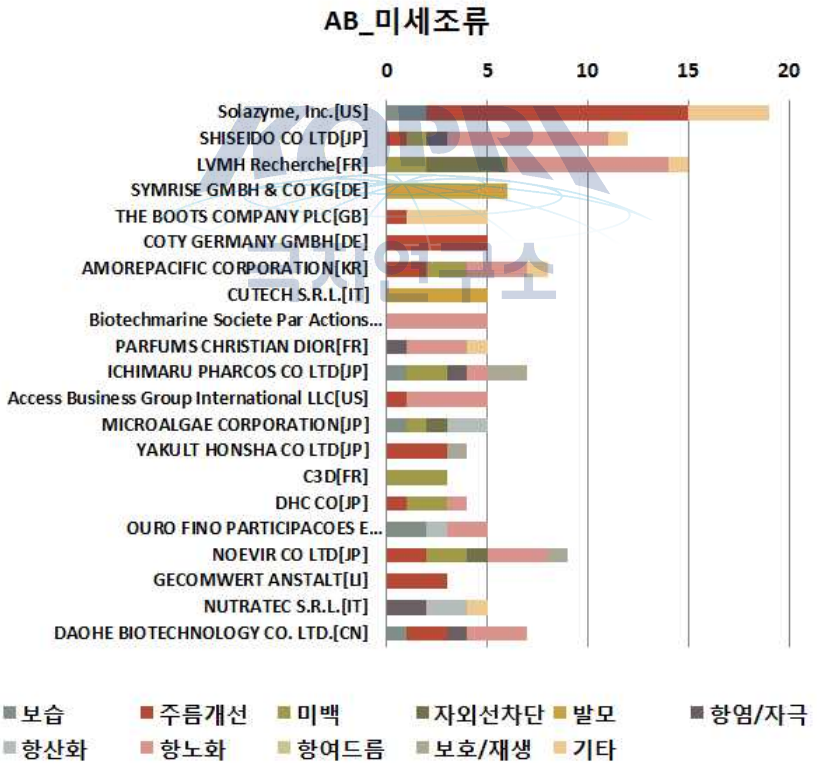
제 5 절 극지 미세조류 산업화의 경쟁력

한국의 경우 항염/자극개선, 주름개선, 미백, 항노화의 순으로 연구가 활발하게 진행되었으며 미국의 경우 항노화, 주름개선 기술의 개발 비율이 높은 것을 알 수 있으며 서양의 경우 항노화나 주름개선에 대한 소비자의 욕구가 타 아시아 국가보다 높은 것으로 나타나고 있다. 동양권인 일본의 경우 미백, 보습, 항노화 기능성의 순으로 선호되고 있으며 중국의 경우 보

습, 미백, 항노화의 순으로 기술개발이 이루어지고 있다.

해조류 및 미세조류의 소분류 연구 비율은 뚜렷하게 점유율이 높은 기술이 없는 것으로 나타났다. 이에 따라 다양한 해조류 및 미세조류의 기능성은 한곳에 편중되지 않은 것으로 보이며 눈에 띄는 강점은 타 천연물의 경우 피부외용제/화장료의 개발이 저조한 항여드름, 발모, 자외선 차단 기능성에 대한 연구도 다수 수행됨에 따라, 해조류 및 미세조류의 시장성이 매우 넓은 것을 확인하였다.

미세조류를 이용한 기술의 주요 출원인은 주름개선 기능성을 강조한 Solazyme, Inc.으로 확인되었으며 일본의 SHISEIDO CO LTD는 Scenedesmus, chlorella 등의 항노화 기능성, 프랑스의 LVMH Recherche는 Phaeodactylum 등의 항노화 및 자외선 차단 기능, 독일의 SYMRISE GMBH & CO KG는 Isochrysis sp 또는 Tetraselmis sp의 발모 기능성을 확인하였다. 영국의 THE BOOTS COMPANY PLC는 Haematococcus sp.를 이용한 전반적인 피부개선에 대한 조성물 특허를 출원하였다.



<그림 22> 주요 출원인 기술개발 현황_미세조류

본 과제기술은 미세조류 및 해조류의 피부외용제/화장료 관련 기술로써, 미세조류 및 해조류의 피부외용제/화장료 관련 유효특허를 모두 선별한 후 내용확인 과정을 거쳐 피부재생/보호 관련 활성과 식품의약품안전처에서 인정하는 기능성화장품 관련 활성 등 11가지 주요 기능성으로 분류하여 특허동향 분석을 수행하였다.

본 과제기술분야의 전체 특허 출원은 1990년대 초중반 이후 지속적으로 증가하는 양상을 보이고 있으며, 2000년 전후반에는 일본의 출원이 두드러지며 2000년 중후반에는 한국의 특허 출원이, 현재는 중국의 활발하게 이루어지고 있다.

분석대상 주요 국가별 출원비율은 한국, 중국 및 일본이 22% 내지 28%로 나타났으며 이는 김, 미역, 우뭇가사리, 감태 등의 해조류가 전통적으로 이용되어 왔기 때문에 양식 또는 기술의 접근성이 높은 이유로 보인다. 또한 미국과 유럽에서는 미세조류와 해조류 중 해조류 연구 비율이 타 국가에 비하여 낮은 편이었다.

주요 출원인으로는 일본의 NOEVIR CO LTD, 일본의 SHISEIDO CO LTD, 미국의 MARY KAY INC., 한국의 부경대학교 산학협력단, 한국의 AMOREPACIFIC CORPORATION, 일본의 LION CORP 등이 확인되었다. 출원 비율 중 다수를 차지하는 중국의 경우 전체 특허 출원에서 차지하는 비율은 높으나 대부분 개인출원인에 의하여 출원되었기 때문에 뚜렷한 주요 출원인은 확인되지 않았다.

해조류를 이용한 기술의 경우 전체 출원의 80%, 미세조류는 20%를 차지하였는데 해조류의 경우 특히 2010년 후반 이후 한국 및 중국에 의하여 주도되는 기술 개발이 두드러지는 것으로 나타났다. 미세조류의 경우 2000년대 초반 이후 완만한 출원 양상을 나타내고 있는데 주로 클로렐라와 스피룰리나 등 특정 미세조류 종에 한정된 관련 기술에 집중되고 있다.

KCPRA 극지연구소

소분류의 출원 동향을 살펴보면, 출원이 증가하기 시작한 1990년대에는 항산화 관련 기능성을 확인한 특허가 다수를 차지하고 있는데 물질의 항산화 효과는 확인이 용이하기 때문에 거의 모든 천연물 연구에서 초기에 활성 확인이 이루어지고 있다고 보면 된다. 그 후 항염, 보습 관련 기술이 발달하였는데 해조류의 경우 보습에도 일반적으로 좋은 인식이 있기 때문에 초기 개발이 다수 이루어진 것으로 보인다.

2000년대에는 여러 검증기법의 발달과 천연물을 이용한 기술의 발달이 이루어진 시기로 본격적인 연구가 이루어지면서 미백 및 항노화 기능성의 발달이 두드러지고 있으며 특히 미백에 관심이 많았떤 일본 화장품 업계의 활발한 기술 개발이 이루어진 것으로 추정된다. 2000년대 중후반 이후에는 피부보호/재생 관련 특허의 비율이 다시 늘어나고 있으며 항산화, 항염 등의 기술 개발도 다시 증가하는 양상을 보이고 있다.

해조류의 경우 보습, 미백, 항노화, 주름개선의 순으로 연구가 활발하게 진행되고 있는 반면 미세조류의 경우에는 항노화, 주름개선, 미백, 항산화 활성의 순으로 기술개발이 이루어졌다.

미세조류 기술분야의 주요 출원인은 관련 특허를 가장 많이 출원한 Solazyme, Inc.으로 확인되었고 주로 주름개선 활성으로 특허를 출원하였다. 또한 일본의 SHISEIDO CO LTD는

Scenedesmus, chlorella 등의 항노화 기능성, 프랑스의 LVMH Recherche는 Phaeodactylum 등의 항노화 및 자외선 차단 기능, 독일의 SYMRISE GMBH & CO KG는 Isochrysis sp 또는 Tetraselmis sp의 발모 기능성을, 영국의 THE BOOTS COMPANY PLC는 Haematococcus sp.를 이용한 전반적인 피부개선에 대한 조성물 특허를 출원한 것으로 조사되었다.

본 과제 관련 기술은 현재 출원인수와 출원건수가 모두 증가하는 성장기에 위치하고 있다고 보인다. 그러나 최근 특허 출원수 증가보다 출원인수 증가가 적은 경향을 나타냄에 따라 향후 주요 출원인에 의한 기술 점유가 나타날 수 있으며 기술개발과 제품화를 통한 시장 선점이 중요한 시점이라고 판단된다.

KOPRI
극지연구소

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절 연구개발 목표 및 내용

연구개발 목표	내용
○남극 미세조류 연구 분석	- 미세조류의 기초 연구 사례 파악 - 국내 대량배양 시스템 파악 - 활성개량 기술 개발을 위한 사전조사
○세포보호물질 개발 동향 파악	- 미세조류 응용 연구 사례 파악 - 세포보호물질의 독성 및 활성 평가 방법 분석 - 세포보호물질 실용화 사례 수집
○피부질환 개선제 산업화 방법 도출	- 피부질환 개선제 시장 분석 자료 수집 - 피부질환 개선제 종류, 기작 분석 - 특허 동향 파악

제 2 절 연구개발 수행 결과

1. 남극 미세조류 연구 분석

KOPRI 극지연구소

가. 미세조류의 기초 연구 사례

- 최근 미세조류의 생물학적 개량을 통하여 바이오디젤, 바이오매스 향상의 연구가 진행되고 있음. 이를 위하여 우량 미세조류의 선정 및 생물학적 개량이 미세조류 기반 바이오 연료 등 생산에 매우 중요한 것으로 판단되어지고 있음
- 미세조류에 대한 유전체학, 전사체학, 단백질체학, 대사체학 등을 이용한 세포 전반의 대사 경로의 분석을 통하여 미세조류 균주의 형질개량 등을 시도하고 이를 통하여 산업적 유용 물질의 전구체 및 고부가가치 물질을 생산하는 기반을 구축하고 있음
- 극지에서 분리되어진 호냉성 클로레라의 연구 결과, 저온에서 우수한 생장을 보여 다양한 기온을 보이는 국가에서의 옥외 대량배양 가능성을 제시하고 있고, 에틀리아 종은 국내에서 분리된 토착 미세조류 균주로서 우수한 생장속도 및 높은 오일함량이 조사되어 이를 활용한 연구가 현재 진행되고 있음
- 미세조류 유래 결빙방지 물질에 대한 연구는 기타 생물에 비해 보고된 바가 상대적으로 적음. 대부분 남극 녹조류와 규조류 유래 결빙방지 물질에 대한 발견 및 생리적 특성연구가 진행되는 정도임
- 국내에서는 남극 해양 녹조 피라미모나스, 남극 해양 규조 케토세로스, 남극 담수 녹조 콜로로모나스 등의 미세조류의 호냉성 특성에 기인한 결빙방지 물질을 활용하기 위한 연구가 진행되고 있음. 이종 재조합 물질발현시스템을 구축하여 대량으로 물질을 생산하고, 특이적 돌연변이 연구를 통하여 물질 활성이 증대된 세포주를 확보하여 이를 활용하는 연구가 진

행중임.

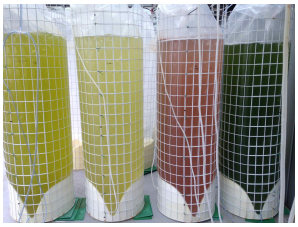
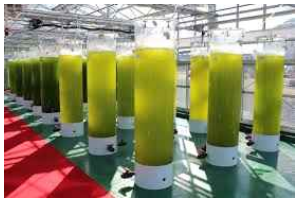
나. 국내 대량배양 시스템

- 미세조류의 천연추출물을 확보하고 그의 효능을 검증하기 위한 최소 배양단위는 300리터 이상으로 광배양 시스템과, 온도 조절장치, 공기와 이산화탄소 공급, 배지내 순환장치가 필요함

- 미세조류의 산업적 이용을 위한 국내 대량배양 업체는 ㈜비엠바이오, ㈜엔엘피, ㈜두손비엔아이, ㈜에코파이코텍, ㈜클로렌드 등이 있음. 사용자 주문 방식의 특정 미세조류를 취급하는 업체는 ㈜비엠바이오, ㈜엔엘피, ㈜클로랜드의 세 업체가 이에 속하였고, 폐쇄형 광배양 시스템을 갖춘 업체는 ㈜비엠바이오, ㈜엔엘피였음. 미세조류의 특성과 추출물 활성여부에 따라 옥외형 open-pond 시스템을 활용하여 3000L 이상의 배양시설 활용가능

- 본 연구 주요 대상 연구종인 남극 미세조류 CPS2를 사전 배양 테스트 결과 200L에서 건조중량 15g 이상의 양을 확보하였으며 배지 개량 및 배양조건 개선을 통해 한 종당 1톤까지 배양이 가능하도록 업체와 조율 중

<표 6> 미세조류 대량배양을 수행하는 기관 및 업체의 현황

업체명	소재지	조업규모 및 조건	비고
㈜비엠바이오	강릉	> 10톤 배양장	
	실증배양장 (사진)		
			
㈜엔엘피	부산, 전남	> 150톤 배양장	
	실증배양장 (사진)		
			

다. 활성개량 기술개발을 위한 사전 조사

(1) 극지 미세조류 바이오매스 증대를 위한 기술개발

(가) 극지 미세조류의 생장과 지질생산을 위한 배양 온도와 배지 연구

논문① Kim et al. (2016). Growth and lipid content at low temperature of Arctic alga

Chlamydomonas sp. KNM0029C. Bioprocess Biosyst. Eng

내용 : 극지에서 분리한 클라미도모나스속 KNM0029는 4도에서 생장속도가 가장 높았음. 이는 중온성 미세조류인 클라미도모나스보다 6배 이상 세포수 차이를 보였고, 지방산 생산량은 2.3배 이상의 차이를 보였음.

논문② Kim et al. (2016). Lipid production by Arctic microalga *Chlamydomonas* sp. ArF0008 at low temperatures. Algae

내용 : 극지에서 분리한 저온성 미세조류 ArF0008의 바이오매스와 지질 생산을 높이기 위한 배양조건이 분석됨. 온도와 이산화탄소, 광량의 조건을 달리하였음. 그 결과 15도 온도, 100 μmol/m^2/s 광도, 진탕 배양시 가장 높은 지방산 생산량을 보였음.

(나) 극지 미세조류의 지질생산 증대를 위한 최적배지 디자인 연구

논문① Kim et al. (2016). Enhancing Lipid Production in the Arctic Microalga *Chlamydomonas* sp. KNM0029C by Using Statistical Optimization of Medium Components. JIMS

내용 : 저온성 미세조류를 배양하기 위해 통계적 기법을 이용하여 TAP 배지를 최적화하였음. 기존 TAP배지와 비교시 최적화된 TAP 배지에서 극지미세조류 KNM0029C의 생장과 지질 생산성이 약 10 % 증가되었음.

KOPRI 극지연구소

2. 세포보호물질 개발 동향 파악

가. 미세조류 응용 연구 사례

(1) 미세조류를 활용한 고부가 가치 물질 생산

(가) 지방산 (Fatty acids)

- 탄소수가 18개가 넘는 지방산인 DHA (Docosahexaenoic acid), EPA (Eicosapentaenoic acid) GLA (Gamma-linolenic acid) 등이 미세조류에서 생산됨.
- DHA는 태아의 발달, 아기의 지능발달, 망막의 주요 구성성분, 심장관련 질환 등에 건강보조 식품으로 높은 가치 보유
- EPA는 소염 효과 및 정신분열증, 우울증 완화효과가 있음
- GLA는 항암 및 소염 작용을 하며, 자가면역, 관절염, 습진 등에 대한 효능이 연구 중임.

(나) 천연색소

- 카로테노이드는 프로비타민 A로 높은 영양가와 치료효과, 항산화, 항암효과, 소염효능을 갖는 것으로 알려짐
- 표 7은 미세조류를 활용한 고부가가치 상품을 보여줌.

<표 7> 미세조류를 활용한 고부가가치 상품 (Liu et al., 2016).

Species	Product	Application areas
Spirulina	Phycocyanin / biomass	Health food, cosmetics, feed additives
Chlorella vulgaris	Biomass, Chlorophyll	Health food, dietary supplement
Dunaliella salina	Carotenoids	Cosmetics, dietary supplement
Haematococcus pluvialis	Astaxanthin	Pharmaceuticals, health food
Odontella aurita	Fatty acids (EPA, DHA)	Cosmetics, baby food
Porphyridium cruentum	Polysaccharides, fatty acids	Pharmaceuticals, nutrition, thickener
Porphyridium sp.	Phycoerythrin	Cosmetics
Isochrysis galbana	Fatty acids (DHA)	Animal nutrition as living feed
Phaedactylum tricornutum	Carotenoids (fucoxanthin)	Pharmaceuticals, cosmetics
Lyngbya majuscula	Immune modulators	Pharmaceuticals, nutrition
Muriellopsis sp.	Carotenoids, lutein	Health food, feed

(2) 기타 미세조류 활용 연구 분야

(가) 에너지 분야에의 활용

- 미세조류는 식물자원 중 바이오에너지를 단위면적 당 가장 많이 그리고 빠르게 생산할 수 있음
- 미세조류 바이오디젤은 석유에서 정제한 디젤에 비해 황산화물 배출이 적고, 저온에서 응고되는 현상이 적기 때문에 물성이 우수하나 생산단가를 3배 이상 줄여야 경제성이 확보됨

(나) 환경 분야에의 활용

- 미세조류를 이용한 폐수처리는 기존의 활성슬러지법보다 적은 비용으로 생물학적 산소 요구량, 병원균, 인, 질소를 제거할 수 있음
- 구리, 납, 니켈, 카드뮴, 아연 등 중금속에 대한 높은 흡착능력과 선택성으로 중금속 제거에 활용 가능함
- 이산화탄소는 물론, 천연가스나 합성가스 발전소의 배출가스인 질소화합물 (NOx), 황산화물 (SOx) 같은 오염물질 조차도 미세조류의 영양분으로 사용될 수 있어 대기오염물질 저감에 효과적으로 이용할 수 있음

KOPRI 극지연구소

나. 세포보호물질의 독성 및 활성평가 방법 분석

(1) 극지소재의 자외선 조사에 따른 피부세포 효능평가

○ 극지소재의 건조

- 극지연구소에서 확보된 극지 소재를 분말 상태로 건조하여 유용성분 추출에 사용

○ In vitro 피부 세포 보호 효능 평가

- HaCaT 피부세포는 DMEM 배지 (10% FBS, 1% penicillin-streptomycin)에서 5% CO_2 incubator에 배양하고 세포 보호효능을 평가하기 위하여 $1x10^4$ 개의 세포를 96 well plate에 seeding 하여 배양.
- HaCaT 피부세포에 극지소재 추출물을 농도별로 (1, 2.5, 5, 10 ug/ml) 처리한 후 24시간 배양하고 UVB를 처리하여 산화적 손상을 유도한 후 세포 생존률을 MTS assay kit를 사용

하여 microplate reader로 490 nm에서 흡광도를 확인하여 UVB를 처리하지 않은 control 그룹의 세포를 100%로 계산한 후 소재의 세포보호 효능을 확인

- 실험결과 남극 미세조류 5종에서 UVB에 의해 손상된 세포를 보호하는 CPS 성분이 있음을 확인하였음

(2) 극지소재의 항알러지 화합물 분리 및 구조 동정

○ 극지소재 화합물 분리

- 극지 생물자원을 MeOH로 추출하여 MeOH 추출물을 얻고, 추출물은 hexane, CH_2Cl_2, EtOAc 및 BuOH로 분획하여 각각의 분획물에 대해 IL2 억제활성으로 항알러지 활성을 갖는 분획물을 확인

- 항알러지 활성을 갖는 분획은 silica gel, RP C-18, Sephadex LH-20 및 HPLC을 이용하여 화합물을 순수하게 분리

○ 극지소재 화합물의 구조 동정

- 분리한 화합물은 NMR, MASS, IR & UV 등의 기기분석으로 화합물의 평면 구조를 결정

- chiral center을 갖는 화합물은 CD 등의 물리적/화학적 상수를 이용하여 절대구조를 결정.

(3) 극지소재 화합물의 항알러지 및 항염증활성 평가

○ 항알러지 활성 평가

- 분리된 화합물의 Jurkat T cell에서 IL2 mRNA 억제활성을 real-time PCR로 평가.

- 활성물질에 대해 Jurkat T cell에서 IL2 단백질 발현억제를 Western으로 확인

○ 항염증 활성 평가

- 분리된 화합물의 RAW 264.7 cell에서 LPS로 유도한 NO production 억제활성을 평가로 화합물의 항염증활성을 평가.

- NO production 억제가 확인된 화합물은 RAW 264.6 cell에서 iNOS & COX-2 발현억제를 Western으로 확인하여 화합물의 항염증 활성을 평가

(4) 극지소재 CPS의 세포보호 활성 평가

○ 극지 규조류인 *Chaetoceros neogracile*으로부터 genomic DNA 추출 및 ORF 서열 확보와 비교

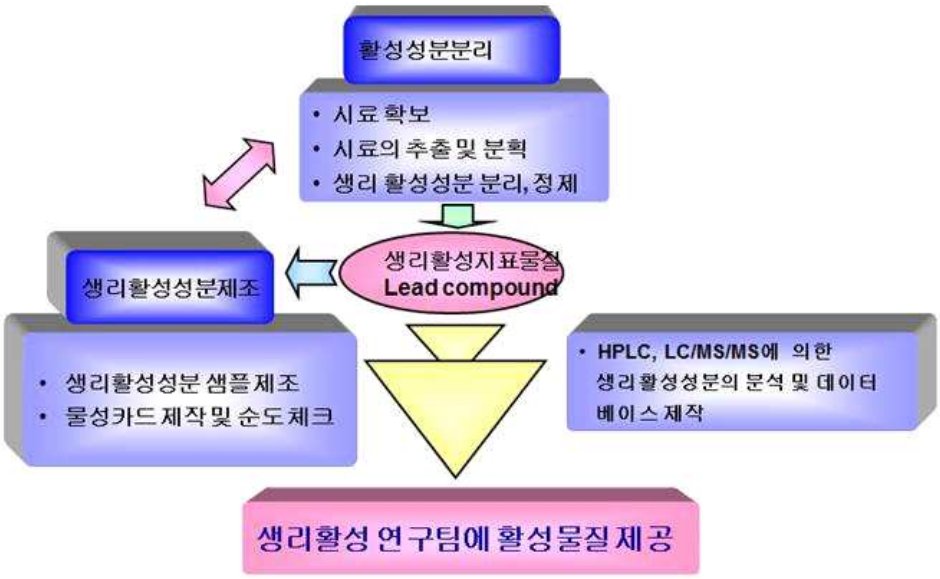
○ Site-directed mutagenesis와 recombinant protein 과발현 및 정제

○ CPS의 세포보호 활성 평가

- Nanoliter osmometer를 사용하여 station의 온도를 강하시키고, 현미경을 통해 ice crystal의 형성을 확인하며 어는점과 녹는점을 측정

○ *C. neogracile*의 전체 전사체 분석을 통한 남극 규조류 CPS의 분자 및 생리기전 연구

KOPRI 극지연구소



<그림 22> 세포보호물질의 분석전략

다. 세포보호물질 실용화

- 산호인 *Pseudopterogorgia elisabethae* 유래 세포보호 물질을 활용한 화장품 개발 시판 (Estee Lauder cosmetics)
- East Pacific Rise의 열수구에서 채집된 *Alvinella pompejana*의 공생 박테리아에서 추출한 물질을 활용하여 주름방지에 특화된 제품 출시 (Kiehl's Abyssine Cosmetics)
- 핀란드 spring water 내 세포보호 성분을 활용하여 피부보습 및 수분 유지 제품 출시 (Lumene Cosmetics)
- 남극 어류 유래 세포보호 단백질 (cell protection protein)을 사용하여 세포 재생기능 제품에 포함된 항산화, 항염 단백질등과 함께 열 및 UVA/UVB로부터 높은 피부세포 개선 효과를 나타내는 제품 출시 (LIFT LABS Cosmetics)

KOPRI 극지연구소

<표 8> 극지 식물, 해조류 유래 추출물을 상품화한 피부 관련 제품

회사명	지역	제품 내용
LIFT LAB	남극, 사막	극한의 환경의 생물체에서 추출한 천연 세포보호 단백질을 이용한 화장품 시판
Polaar	남극, 북극	극지식물에서 추출한 물질을 이용하여 유해환경으로부터 피부를 보호하는 화장품 시판
Lumene	북극	북극 식물에서 피부 항노화 물질을 추출하여 화장품 시판
Skyn ICELAND	북극	북극 식물에서 추출한 항산화물질을 활용한 유기농 화장품 시판

3. 피부질환 개선제 산업화 방법 도출

가. 피부질환 개선제 시장 분석

(1) 피부질환을 개선하는 기능성 화장품

- 기능성 화장품의 유형은 크게 미백, 주름개선, 자외선 차단, 복합기능 등 네 가지로 구분됨 (임팩트, 2016)
- 2015년 국내 생산실적은 3조 8,559억으로 전체 화장품 생산실적의 35.93%를 차지하였고, 전년대비 29.6% 증가함 (표 9 참조)

<표 9> 연도별 기능성 화장품 생산실적 (임팩트, 2016)

구분		2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
생산실적		1조 6,418억원	2조 1,483억원	2조 5,638억원	2조 9,744억원	3조 8,559억원
점유율		25.71%	30.16%	32.16%	33.16%	35.93%
기능별	복합기능성	5,935억원	7,804억원	12,259억원	16,438억원	20,980억원
	주름개선	3,231억원	6,665억원	6,903억원	7,518억원	10,087억원
	자외선차단	4,138억원	4,027억원	3,809억원	3,408억원	3,934억원
	미백	3,113억원	2,987억원	2,667억원	2,379억원	3,558억원

- 기능성 화장품 중 가장 높은 점유율 (54.4%)을 갖는 복합기능성의 생산실적은 2조 980억원으로 연평균 37.1%의 성장률을 보였으며 주름개선 화장품의 생산실적은 1조 87억원으로 전년대비 34.2% 증가, 연평균 32.9%의 성장률을 보였음
- 자외선차단 화장품의 생산실적은 3,934억원으로 10.2%의 점유율을 차지하였으며, 전년대비 15.4% 증가하였으며 미백 화장품의 생산실적은 3,558억원으로 전년대비 49.5% 증가하였음

(2) 천연화장품 시장동향

- 중국은 소득 향상으로 웰빙 계열 화장품 구매가 빠르게 증가함. 천연화장품은 전체 화장품 중 43%를 차지, 평균 26.5%의 증가율을 보임
- 미국은 세계 최대 규모의 유기농 뷰티·개인관리용품 시장으로 2012년부터 2018년까지 연평균 10.2%의 성장을 전망함. 유기농 화장품의 북미시장은 26억 4,500만 달러임. Aveeno는 천연유기농 화장품 시장에서 8.4%, 연간 3억 7000만 달러의 매출기록, Johnson & Johnson에서 천연화장품 브랜드로 출시됨.

나. 피부질환 개선제 종류, 기작 분석

(1) 항노화물질의 화장품원료 소재

- 알칼로이드 (alkaloids), 플라보노이드 (flavonoids), 카로티노이드 (carotenoids), 글리코사이드 (glycosides), 테르페노이드 (terpenoids)등 2차 대사산물은 보습, 피부진정 및 수렴, 자외선 차단, 미백, 각질 제거, 피부노화 방지, 항산화, 피부주름 개선, 항균, 항염, 항암 등의 효과를 나타냄

KOPRI 극지연구소

(2) 기능성 화장품의 목록

- 2015년 식품의약품안전처가 허가한 기능성 화장품 심사, 보고 품목수는 총 1만 4,490건임. 이중 778개 품목이 기능성 화장품 심사를 받았고, 13,712개 품목이 기능성 화장품 보고를 하였음

<표 10> 기능성화장품 성분 및 함량 (임팩트, 2016)

성분명	함량	기능
드로메트리졸	0.5 - 7%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
디갈로일트리올리이트	0.5 - 5%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
4-메칠벤질리덴캠퍼	0.5 - 4%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
메틸안트라닐레이트	0.5 - 5%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
벤조페논-3	0.5 - 5%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
벤조페논-4	0.5 - 5%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
벤조페논-8	0.5 - 3%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
부틸메톡시디벤조일메탄	0.5 - 5%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
시녹세이트	0.5 - 5%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
에칠헥실트리아존	0.5 - 5%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
옥토크릴렌	0.5 - 10%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
에칠헥실디메칠파바	0.5 - 8%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
에칠헥실메톡시신나메이트	0.5 - 7.5%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
에칠헥실살리실레이트	0.5 - 5%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
페닐벤즈이미다졸설포닉애씨드	0.5 - 4%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
호모살레이트	0.5 - 10%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
징크옥사이드	- 25%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
티타늄디옥사이드	- 25%	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
이소아밀 p-메톡시신나메이트	10% (최대함량)	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
비스-에칠헥실옥시페놀메톡시페닐트리아진	10% (최대함량)	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
디소듐페닐디벤즈이미다졸테트라설포네이트	산으로 10% (최대함량)	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
드로메트리졸트리실록산	15% (최대함량)	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
디에칠헥실부타미도트리아존	10% (최대함량)	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
폴리실리콘-15(디메치코디에칠벤잘말로네이트)	10% (최대함량)	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
메칠렌비스-벤조트리아졸릴테트라메칠부틸페놀	10% (최대함량)	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
테레프탈릴리덴디캠퍼설포닉애씨드 및 그 염류	산으로 10% (최대함량)	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
디에칠아마노하이드록시벤조일헥실벤조에이드	10% (최대함량)	피부를 곱게 태우거나 자외선으로부터 보호
닥나무 추출물	2%	피부의 미백에 도움
알부틴	2 - 5%	피부의 미백에 도움
에칠아스코빌에텔	1 - 2%	피부의 미백에 도움
유용성감초추출물	0.05%	피부의 미백에 도움
아스코빌글루코사이드	2%	피부의 미백에 도움
마그네슘아스코빌포스페이트	3%	피부의 미백에 도움
나이아신아마이드	2 - 5%	피부의 미백에 도움
알파-비사보롤	0.5%	피부의 미백에 도움
아스코빌테트라이소팔미테이트	2%	피부의 미백에 도움
레티놀	2,500 IU/g	피부의 주름개선에 도움
레티닐팔미테이트	10,000 IU/g	피부의 주름개선에 도움
아데노신	0.04%	피부의 주름개선에 도움
폴리에톡실레이티드레틴아마이드	0.05 - 0.2%	피부의 주름개선에 도움

다. 특허 동향 파악

본 과제의 미세조류 및 해조류의 피부외용제 기능성 관련하여 주요한 종으로는 *Chaetoceros*

neogracile, *Chloromonas* sp., *Chlamydomonas* sp.가 있으며 상업화 된 대표적인 해조류로 *Ascophyllum nodosum*가 있다. 이들 해당 종의 유사 특허 기술을 확인하였으며 특허 리스트 및 요지리스트를 작성하였다.

<표 11> 주요특허 리스트 및 특징

일련번호	출원번호	등록번호	발명의 명칭	자원(유효성분)	기능성
1	JP1993345233	–	PROMOTER FOR SYNTHESIS OF HYALURONIC ACID IN LIVING BODY	Ascophyllum nodosum	히알루론산합성(항노화)
2	JP06037660A	–	항산화활성을 가지는 카로티노이드 함유 엑기스, 그 제조법 및 항산화제	Chlamydomonas reinhardtii	항산화
3	JP08108359A	–	피부 외용제	Ascophyllum nodosum	improving action for skin chapping(거칠음 개선)
4	JP1996154468	JP3807782	INHIBITOR OF HYALURONIDASE	Ascophyllum (Ascophyllumnodosum)	히알루로니다아제 저해 활성 확인(보습,잔주름 제거 활성등) 항염 및 항알레르기
5	JP1997189249	–	SKIN ACTIVATOR AND ALLERGY INHIBITOR	Ascophyllum nodosum	히알루론산 합성 및 히알루로니다제 억제 활성(보습), 히스타민유리억제(알러지억제)
6	JP09227160A	JP3822959	노화예방용 피부 외용제	Chaetoceros gracilis	인간유래진피섬유아세포의 증식,생존율 자외선에 의한 주름발생 방지 마우스 항염 및 창상 치유 주름개선 보습 (항노화)
7	JP09293241A	JP3690771	피부 외용제	Chaetoceros gracilis	인간유래진피섬유아세포의 증식,생존율 자외선에 의한 주름발생 방지 마우스 항염 및 창상 치유 주름개선 보습 (항노화)
8	KR19970708813A	–	피부거칠음 개선·예방용 피부외용제	Ascophyllum nodosum	improving action for skin chapping(거칠음 개선)
9	JP10309809A	–	피부 외용제	Ascophyllum nodosum	엘라스타아제 활성을 억제, 피부의 분화와 증식 촉진, 항노화
10	JP1998309809	–	SKIN LOTION	Ascophyllum nodosum	피부재생 및 분화조절, elastase 활성억제(항노화)
11	JP2005268586	JP4986273	WOUND COVERING MATERIAL INCLUDING ALGINIC ACID	Ascophyllum(등갈조류 식물)	상처치유
12	JP2006304240	–	IMMUNOPOTENTIATING SUBSTANCE, AND PHARMACEUTICAL COMPOSITION, FOOD, FEED AND COSMETIC EACH CONTAINING THE SAME	Ascophyllum nodosum	항염(G-CSF production-inducing ability, TNF-a production-inducing ability and apoptosis-inducing ability)

KOPRI 극지연구소

13	JP2008176660	–	ALGAE EXTRACT HAVING WHITENING EFFECT	Chlamydomonas W80 strain (FERM P-18474)	미백 inhibiting melanin production, an action of inhibiting endothelin-1 production, an action of inhibiting the production of stem cell growth factor (SCF) 등
14	JP2010264691	–	ALLERGY INHIBITOR	Chlamydomonas W80 strain (FERM-18474)	알러지저해제, 만성피부염의예방또는치료
15	US13/883193	–	Extracts of Microalgae and Their Application	Chaetoceros ssp (Chaetoceroneogracile 외)	미백, 콜라겐합성(주름개선) 항노화 상처치료,피부재생 각질분화촉진 improving and stimulating melanocyte proliferation.
16	JP2013167377A	JP5676702	해초류체로 추출한 엑기스를 함유하는 조성물 및 화장용 조성물, 염증성 질환의 치료·예방약 및 신규미생물	Chlamydomonassp.(클라미도모나스속)A13(수령번호FERMAP-22240),Chlamydomonassp.(클라미도모나스속)A14(수령번호FERMAP-22241)	Preventing inflammatory diseases(염증성사이토카인억제효과) 여드름치료및예방 발모
17	US14/204553	US9463155	Cosmetic compositions and uses thereof	Ascophyllum nodosum	reduces the appearance of cellulite or improves the texture of the skin.
18	CN201510675219	–	Anti-wrinkle face cream and preparation method thereof	Chlamydomonas essence (10종이상 혼합중하나)	주름개선

KOPRI 극지연구소

-상기 결과에서 나타난 바와 같이, 본 과제의 주요 미세조류 관련 기술의 경우 일본의 기술 점유가 높은 편임

- 식물 또는 동물 등 천연물질을 유효성분으로 사용하는 경우, 속명을 기반으로 한 분석이 요구됨. 진보성 판단의 원칙에 따라 유사종의 경우 유사한 활성을 지닐 수 있다는 예측이 가능할 수 있기 때문에 기존에 활성이 알려진 종과 동속이종의 물질을 사용하는 경우 유사종(기존의 알려진 종)과의 비교 실험 데이터가 요구될 수 있음

- 본 과제의 기술개발 대상 유효물질로 *Chaetoceros neogracile*, *Chloromonas* sp., *Chlamydomonas* sp.이 있음

- *Chaetoceros neogracile* 에 대한 선행기술 분석을 수행하였을 때, 한국해양과학기술원에서 출원한 한국공개특허 제20150137440호의 “결빙단백질 및 이를 이용하는 결빙억제 방법” 관련한 출원이 확인되었음

- *Chaetoceros* sp.로 확장하여 선행기술을 확인한 경우, 일본등록특허 제3822959호에서 동속

이종인 *Chaetoceros gracilis*의 인간유래진피섬유아세포의 증식 및 생존율 확인, 자외선에 의한 주름발생 방지, 마우스 항염 및 창상 치유, 주름개선, 보습(항노화) 효과가 확인되었음. 그러나, 미국등록특허 제20140010838호(미국출원번호 제13/883193호, 주요특허 15번)에서는 청구항에서 *Chaetoceros* sp.의 미백, 콜라겐합성(주름개선), 항노화, 상처치료,피부재생, 각질분화촉진 효과에 대한 권리를 청구하였으며 명세서상에서 *Chaetoceros neogracile*를 Chaetoceros속 미세조류 중하나로 언급하였음. 실험은 대부분 *Chaetoceros calcitrans*로 수행하였으나 명세서 상에 Chaetoceros neogracile에 대한 내용이 언급되어 있기 때문에 당업계에서 Chaetoceros neogracile의 효과가 예측 가능하다고 판단될 수 있음. 이에 따라 특허성은 보통 또는 낮음으로 판단될 수 있으며 특허권을 획득하기 위해서는 여러 Chaetoceros 종에 대한 활성 비교 및 예상치 못한 *Chaetoceros neogracile*의 월등한 효과 확인이 요구됨

- *Chloromonas* sp.의 경우, 유사 선행기술(피부재생, 보호 등)이 공지되지 않았기 때문에 특허성이 높은 것으로 판단됨. 또한 해당 속 미세조류에 대한 기능성 탐색은 거의 모든 분야에서 이루어지지 않은 것으로 확인되었음. 단지 일본공개특허 제2014006051호 “방사성동이원소의 제거제 및 제거 방법“와 미국공개특허 제20150223679호, 미국공개특허 제20140324134호 ”BLUE LIGHT-ACTIVATED ION CHANNEL MOLECULES AND USES THEREOF” “CHANNELRHODOPSINS FOR OPTICAL CONTROL OF CELLS” 등의 특허에서 유효성분으로 사용되었음. 이에 따라 본 과제에서 목표로 하는 세포보호 기술 이외에도 모든 피부외용 기능성이 공백 기술영역으로 판단됨. 주름개선, 미백, 자외선 보호 등 여러 수행 가능한 기능성 확인 실험결과에서 우수한 효능이 확인된다면, 해당 기능성에 대한 특허권 획득 가능성이 매우 높은 것으로 판단됨

- *Chlamydomonas* sp.의 경우, 일본공개특허 제07224029호(출원번호 제06037660호, 주요특허 2번)에서 *Chlamydomonas reinhardtii*의 항산화 활성에 대하여 확인하였으며 본공개특허 제2010013413호(출원번호 제02008176660호, 주요특허 13번)에서는 *Chlamydomonas* W80 strain의 미백활성, 일본공개특허 제2012116754호(출원번호 제2010264691호, 주요특허 14번)에서는 *Chlamydomonas* W80 strain의 항염/항알러지 활성, 일본등록특허 제5676702호(주요특허 16번)에서는 Chlamydomonas sp의 항염/항여드름활성 등이 확인되었음. 이처럼 현재 *Chlamydomonas* sp.의 미백 활성, 항염 활성, 항여드름 활성 등이 알려져 있기 때문에 해당 기능성에 대한 특허권을 획득하기 위해서는 본 연구소에서 사용하고자 하는 종과 선행기술에서 유효물질로 사용된 종의 활성 비교 및 우수한 효과 확인이 요구됨

- 본 과제의 대상 기술은 세포보호 기술이며, 이는 일차적으로 상처치료제 등에 활용될 수 있음. 그러나 제품화 등을 고려할 때 미백, 주름개선, 자외선 차단 등 식품의약품에서 인정하는 기능성 화장품 원료로의 개발, 여드름 치료제, 아토피 치료제 등으로도 개발이 고려되어야 할 것으로 보임

- 또한 해조류 및 미세조류에 풍부한 푸코이단 등 성분들의 여러 효과가 알려져 있기 때문에, 추출물 확보 시 푸코이단이 아닌 다른 혼합 성분에 의한 활성 증명이 요구될 수 있음

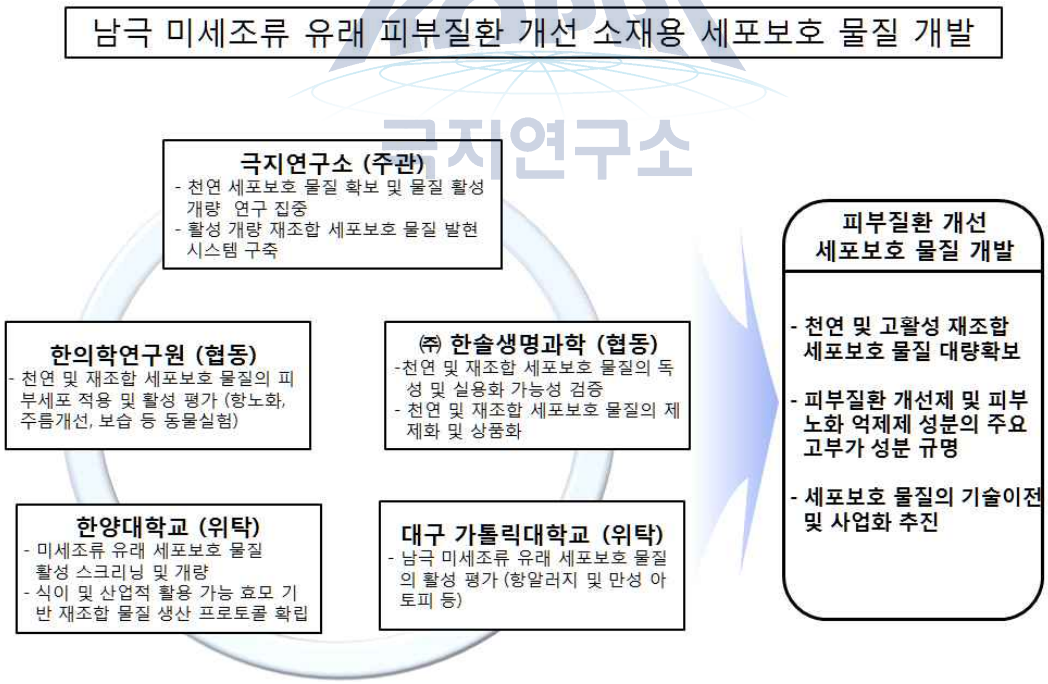
- 또한, 신규 우수 품종, 배양 방법, 유용성분의 고효율 추출 방법 등에 대한 특허권 확보로 유사 기술에 대한 타 기업의 진입을 방어할 수 있는 강한 특허권 설정 전략이 요구됨

KOPRI
극지연구소

제 4 장 연구개발결과의 활용계획

1. 정성적 목표

구분	년도	세부연구목표	연구내용
1차년도	2017	CPS 대량생산	천연 CPS 생산 미세조류 대량 배양
		CPS 활성 개량	재조합발현시스템 및 cell-line 구축
2차년도	2018	CPS활성검증	물질의 추출, 정제 및 기능 활성 검증
		CPS안정성 검증	in vitro/vivo 피부자극 및 알러지 반응 테스트
3차년도	2019	산업화 유용성 검증	생산성, 생산단가 검증을 통한 상품타당성 및 시장조사
		CPS기술이전	CPS 적용 피부질환 개선 신소재 기술이전



<그림 23> 연구개발 사업의 추진체계

2. 정량적 목표

구분	국외논문		국내논문		특허출원		기술이전
	SCI* (1저자/공동)	기타	SCI (1저자/공동)	기타	국외	국내	
1차년도 (2017)	2 (2/0)	–				2	
2차년도 (2018)	4 (2/2)	–				2	
3차년도 (2019)	6 (2/4)	–				2	1
합 계	12 (22/23)	–				6	1

3. 연구개발 사업 규모

연구기간(년)	연구개발비(백만원)		
	2017	2018	2019
2017~2019 (3년간)	500	500	500

KOPRI 극지연구소

4. 총 연구기간 로드맵

<그림 24> 중장기 연구개발 로드맵

5. 인프라 활용 로드맵

인프라명	연도	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
남극 세종과학기지	2017	15	15										
	2018	15	15										
	2019	15	15										
남극 장보고과학기지	2017	30	30										
	2018	30	30										
	2019												
북극 다산과학기지	2017					15	15						
	2018					15	15						
	2019												
쇄빙연구선 아라온	2017												
	2018												
	2019												

KOPRI 극지연구소

제 5 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

- 미국은 2003년 '게놈시대의 극지생물학 프론티어' 보고서를 통해 극지 유전체 연구에 대한 적극적인 지원과 관심을 보이고 있으며, 유럽 연합은 산업체와 MICROMAT라는 컨소시엄을 구성하여 신규 미생물자원을 탐색해 오고 있음

- 미국은 막대한 자원을 투자해 다수의 미세조류를 포함한 생물 게놈 프로젝트 (Genomes to Life, US DOE, 2001-2020)를 수행하고 있으며, 저온 환경 서식 미생물 (Psychbacter sp.와 Exiguobacterium sp.) 및 극지 미생물 diatom (*Fragilariopsis cylindrus*) 등 저온적응 관련 유전자의 발굴 및 활용 연구를 수행하고 있음

- 국제 클라미도모나스 Conference (http://www.chlamy2010.org/)가 격년제로 개최되고 있으며, DNA서열, RNA서열, 단백질 서열 등 유전체 정보 Database가 구축되어 (Chlamy DB (http://www.chlamy.org/chlamydb.html), Kazusa (http://est.kazusa.or.jp/en/plant/chlamy/EST/index.html), NCBI) 연구자들에게 공개되었음

KOPRI
극지연구소

제 6 장 참고문헌

Liu L, Pohnert G, Wei D. (2016) Extracellular metabolites from industrial microalgae and their biotechnological potential. Marine Drugs. 14, 191

임팩트 (2016) 2016 화장품 시장동향 및 전망. imFact, 서울

농림수산식품기술기획평가원 보고서 (2011)

최철만 (미세조류 동향, 2014)

대한임상피부치료연구회, http://www.laserpro.or.kr/bbs/?t=rj, 2016

세계의 피부질환 치료제 시장 전망, http://www.giikorea.co.kr/report/gbi358647-global-dermatology-market-innovative-pipeline.html, 2016

약사공론, http://www.kpanews.co.kr/article/medipharm/show.asp?idx=174252&n_category=D, 2016

Algae becomes a favorite cosmetic ingredient, http://www.algaeindustrymagazine.com/algae-becomes-a-favorite-cosmetic-ingredient/

Lumene 화장품, http://www.lumenelab.com/en/product-categories/product-line

해조류 추출물의 산업화, http://www.oilgae.com/non_fuel_products/algae_cosmetics.html

북극 해양 추출물 함유 화장품, http://www.eevia.fi/index.html#arctic_organics

skyn iceland 화장품, http://www.skyniceland.com/product-72-arctic-hydrating-balm

조류 추출물 함유 대표 화장품 8종, http://makeitbetter.net/better-you/9-great-new-beauty-products-made-with-algae/

KOPRI 극지연구소

뒷 면

(국내 과제용)

주 의

1. 이 보고서는 극지연구소에서 수행한 기본연구사업의 연구결과보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 극지연구소에서 수행한 기본연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.

KOPRI 극지연구소