

해양조사 선진국의 해양예보정보 품질관리 현황과 적용방안
2021년 추계 한국수로학회

장은미. 박상표. 김예솔

목차

- I 해양정보서비스 강국/품질관리는?
- II 지구관측과 모델링의 품질관리 애로사항
- III 해양선진국의 해양예보 현황과 품질관리
- IV 타 부처의 예보 품질관리
- V 결론

해양정보서비스

상당히 많은 종류의 예보, 다양한 수준의 예보, 해양예보 방송 등 고유 서비스

해양 예보의 대상이 많음

다양한 해양활동지수 개발: 바다낚시지수 등
파고 파랑 파 주기 등 파랑 정보, 이외 해양, 기상정보

웹 기반의 정보를 통해서 국민들이 알 수 있도록 함

다양한 수준의 예보를 진행

해양 과학분야의 모델링 결과를 알기 쉽게 전달하는
방식, 격자자료로 제공되는 해양 정보 등 높은 수준

광역모델, 근해모델, 연안모델, 항계모델을 사용
28km ~3km ~0.3km ~ 1km 등 다층 격자체계로 제공
기상모델 역시 20km 4km 등 예보 시행



품질체계의 필요성

해양 예측 정보

해양관측자료를 바탕으로 대기과 해양의 운동과 변화를 설명하는 역학 및 물리방정식을 이용하여 미래의 상태를 구체적이고 명시적으로 설명하는 것

해양 예보 정보

예측결과를 활용하여 예보관의 전문지식과 경험을 바탕으로 향후 발생할 대기과 해양의 변화를 확률적으로 설명하는 것

품질체계의 필요성

데이터 기반 사회로의 전환

국가차원의 여러 의사결정 사항이 데이터 기반으로 운영이 되는 것이 바람직한 방향, 디지털 전환이 강세

데이터의 왜곡과 변형을 최소화하고 품질관리가 잘 된 자료를 여러 리더에게 개방하여 인사이트를 제공하도록 함

품질의 중요성에 대한 고객의 인지도 증가

고객의 데이터 품질에 대한 불만은 자료의 지속 생산 근거마련에 방해가 되게 됨

지속적인 자료 생산과 투입을 위한 근거 자료로 국민의 예보 활용성을 높일 필요가 있음

해양조사와 해양정보 활용에 관한 법률제정과 실행 방안 마련 필요

법에서 정한 해양조사 데이터에 대한 품질관리를 의무사항으로 정의하고 있음

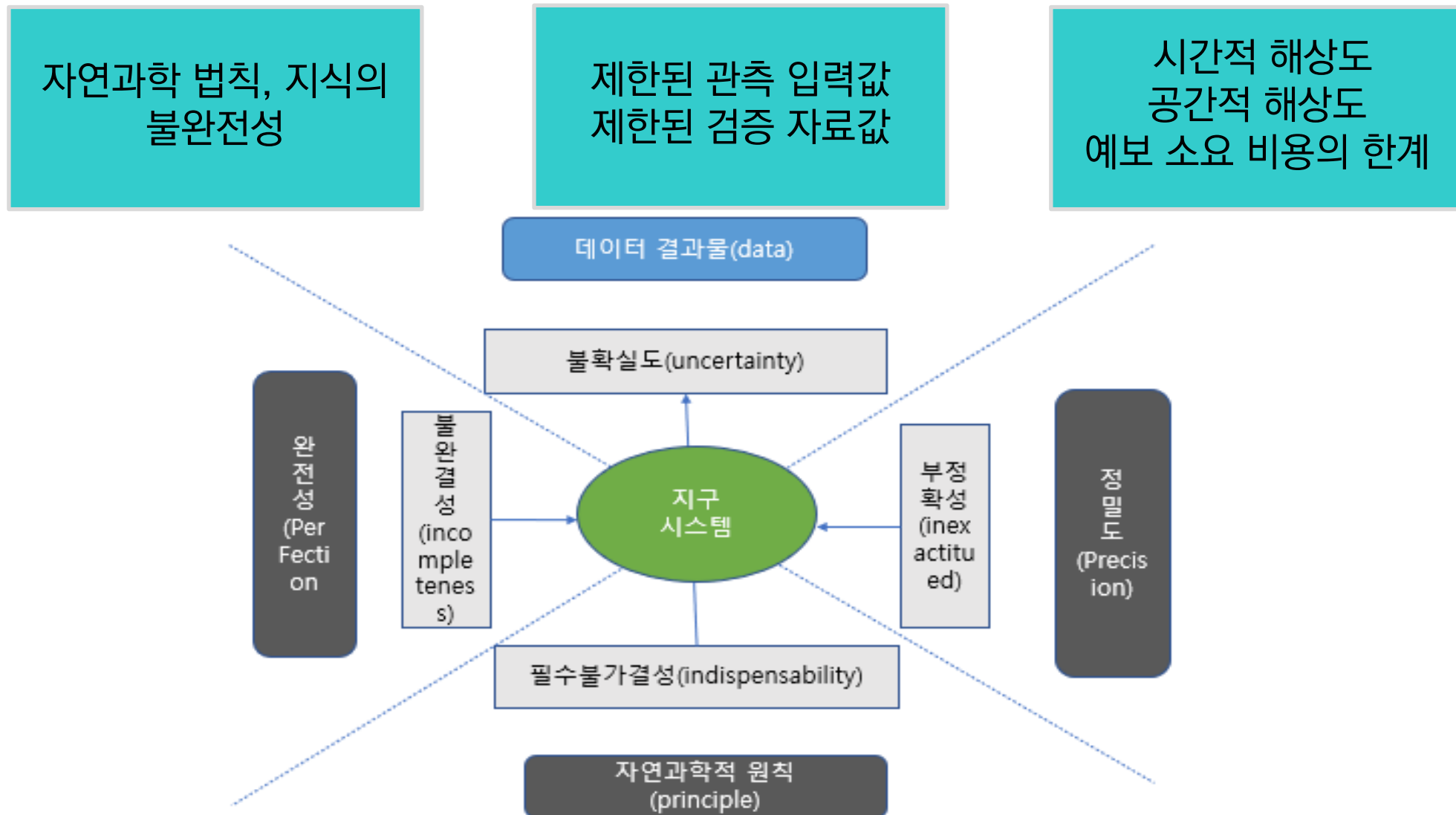
품질관리 대상과 방법을 제시하고 정기적으로 품질관리 모니터링을 하도록 함

국가차원의 데이터 품질관리 요구 강화

해양 빅데이터 센터, Data.go.kr 사이트의 정보에 많은 비용이 소요되었음에도 데이터 생태계가 불안전

개별 법을 넘어서 국가차원의 경쟁력 확보를 위한 활동

애로사항



- 예보의 방법과 그 결과는 자연과학적 원칙을 더 알아가면서 개선될 수 있다.
- 예보에 사용되는 입력자료는 위성영상 등을 활용 한다 하더라도 100% 완성될 수 없다.
- 위성영상이 갖는 해상도가 전체 전자기파를 다룰 수 없고, 촬영 역시 스냅샷에 불과하기 때문이다.
- 예보의 결과로 산출되는 공간적 해상도 역시 100% 각 위치의 상태를 만족시킬 수 없다.
- 최적의 예보지역의 단위를 결정하는 것이 최선이며 100%는 불가능하다.
- 예보의 결과와 이를 검증하고자 하는 검증 자료 자체도 100% 관측이 불가능하므로 모델에 의해서 제시될 수밖에 없다. 기상청의 경우에도 제한된 해양관측지점을 가지고 있는데, 해양의 경우 해양관측 지점 밀도도 대표성을 가지고 분산되어 있으므로 이를 내삽, 외삽하는 모델기술에 의존한다.

- 예보의 정확성에 대한 평가는 객관화된 충분한 자료가 있을 경우 가능하며, 이것이 불가능하고 비용이 많이 소요될 경우, 필요한 수준의 **예보 정확도를 목표에 대한 사회적으로 합의**를 한 이후에 이에 그 결과를 관측 또는 만족도 조사 등을 통해 객관화 할 수 있다.
- 해양예보에 소요되는 비용이 국민의 세금에 기초하고 있으므로 **과학자의 학술적 만족을 위한 무한정의 정확도 평가와 개선은 합리화하는데 한계**가 있다. 이를 확인하기 위해서는 해외의 해양예보 정확도 검증, 방법과 빈도, 예산 등에 대한 객관적인 조사 및 벤치마킹이 필요하다.

영국의 사례

해양예보 서비스 항목

- 영국은 관할 구역 예보를 1일 1회 또는 4회 제공하고 있으며, 영역은 항만 구역내 예보와 강풍예보, 연안 예보와 강풍 안내, 외해 예보와 폭풍 경보, 장기에보로 구분한다.
- 해양기상 상태모니터링을 통해서 해수면, 해류, 수온 등의 장단기 예보를 SafeSee 시스템을 통해 전달하고 고객별로 다양한 정보를 제공하고 있다. SafeVoyage 시스템을 통해 5일 예보를 실시하며, PDF 파일로 결과를 제공한다.
- 바람과 파랑 두 개의 그래프로 제시하기도 하며, 각 그래프에 옵션으로 경계 값을 설정할 수 있다. 1일 2회, 4회 발행하며 24시간 7일 쉼 없이 전화 응대를 수행한다. 긴급 상황에서는 1시간 간격으로 해양예보를 발령한다.

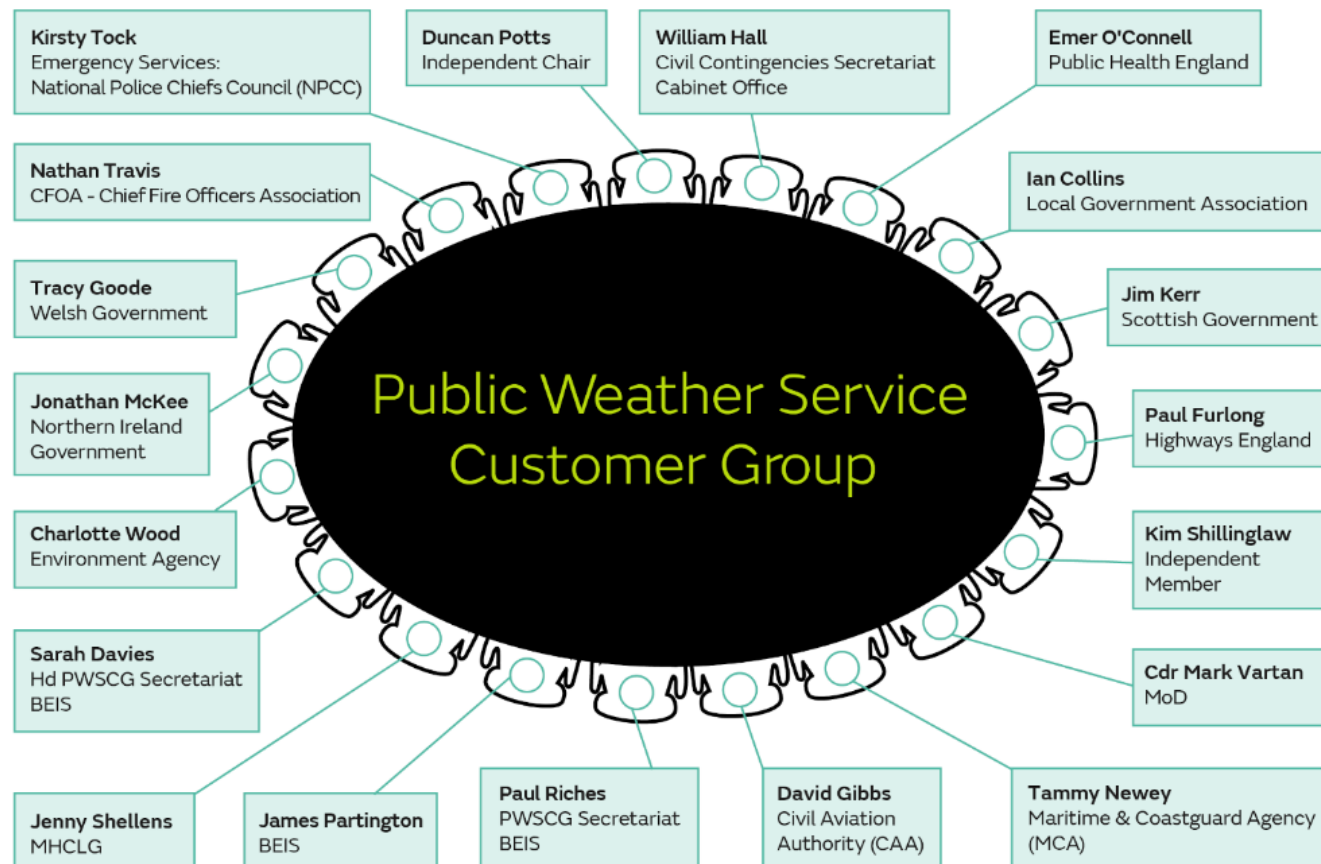
품질 평가 기준과 현황

- 기온의 경우 최고기온 및 최저기온을 119개 관측소 자료와 비교하여 ± 2 도 이내에 들면 정확한 것으로 간주.
- 풍속은 Beaufort force category 이내에 들면 정확한 것으로 간주
- 풍속의 경우 내해는 98.3%, 항해용은 96.1%의 정확도를 보여주고 있으며, 돌풍예보는 95% 정확히 예측

영국의 사례

고객을 명확하게 하여 평가: 데이터 소비자 그룹을 정의

비상대응 서비스 기관(경찰청, 소방관협회) 지자체 대표, 환경부, 산자부, 공공기상서비스 사용자그룹, 민간항공기협회, 해상보안청, 국방부, 독립위원, 도로공사, 지자체, 지방의회 협의회, 보건복지부, 행전안전부



영국의 사례

- 시민, 과학자, 방송인 등 예보 데이터 소비자 정확도 평가를 매년 시행하고 있으며, 대체로 2012년 이후 매년 시행, 외부 용역을 통해 설문지를 통해 확인하고 있다. 설문결과에 대한 2020년 보고서는 예보정확도 이외의 항목도 포함되어 있다. 2020년 79.1%의 만족도로 보고되고 있으며, 2026년까지 80% 달성을 목표로 하고 있다.

시사점

1. 해양예보의 소비자를 공공기관과 일반인 그룹을 별개로 구분하여 진행
2. 예보의 정확도에 대한 정밀한 기준을 두지 않고 있다.
3. 공공기관의 만족도에 비해 시민, 과학자, 방송인의 만족도가 낮다.(체감하는 품질 < 보고되는 품질)

호주의 사례

해양예보 서비스 항목

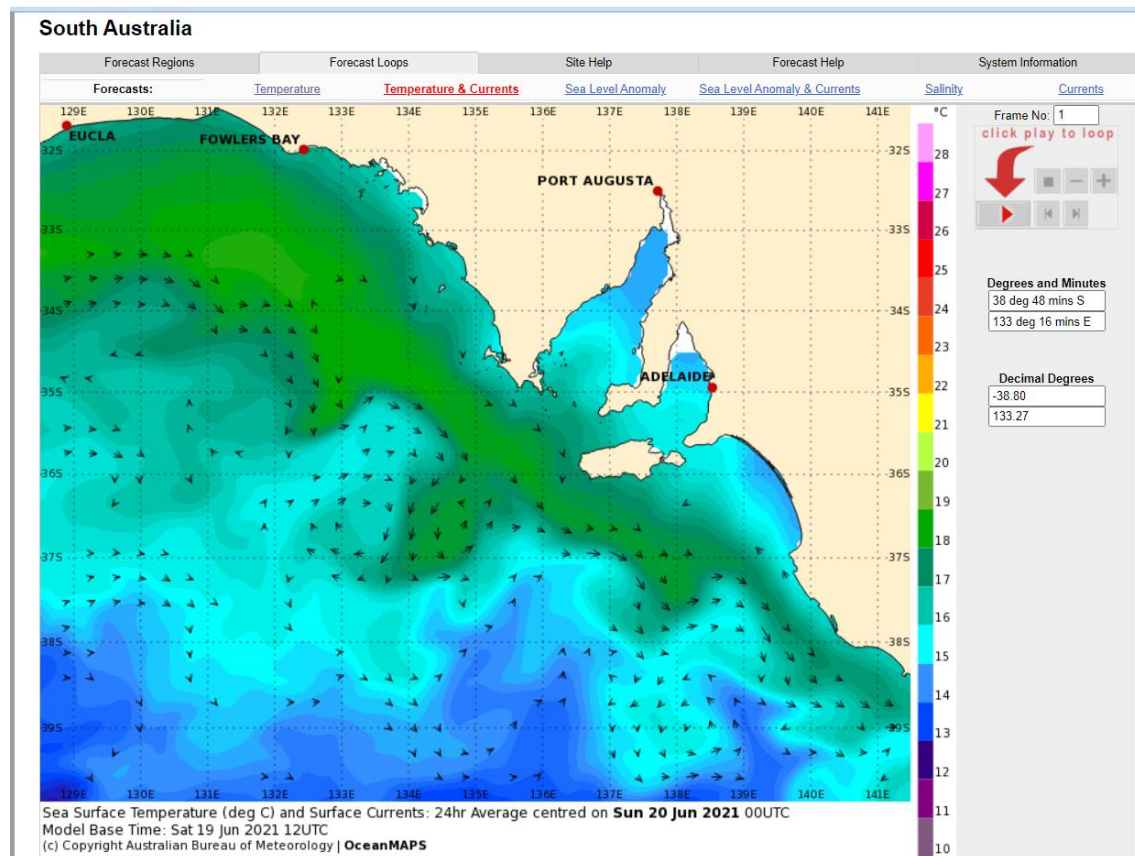
- 호주 연안 : 0.1도 x 0.1도 (약 10km) 그리드 방식으로 제공, 수심은 5미터 단위로 1개월 예보를 제공한다.
- 항구, 만, 내수 등에 해당되는 지역 규모의 예보, 해안에서 60해리 내의 범위에 대한 연안 예보, 외해는 1일 2회의 예보 서비스와 지역 및 연안 예보는 3~4일 중기 예보 실시한다. 해양부분은 풍속, 폭풍 및 기온 관련 정보를 하고 있다.
- 7일 예보 항목으로는 해양표층온도, 해류, 해수면 이상, 염도 관련 정보를 지도로 표출하며, 해양예보 서비스는 일반인을 대상으로는 지도화 작업을 통한 정보를 제공하고, 특정 이용자 그룹에게는 데이터 파일을 전송하는 방식을 택한다.

품질 평가 기준과 현황

- 1) 상식적인가? (예, 풍향은 반드시 0과 360도의 사이값에 존재해야 한다.)
- 2) 기후학적인가? (특정 시점, 특정 지역의 관측값이 그럴 듯 해야 한다.)
- 3) 인근 지역과 일관성이 있는가? (특정 관측값이 주변의 관측 사이트와 엄청난 차이가 있는가?)
- 4) 시간적 일관성이 있는가? (갑자기 온도가 치솟는 등의 커다란 이변값이 나타나는가?)

호주의 사례

호주의 해양예보	총 9종의 자료를 제공
주요항목	해상풍지도 조석예보 해수 온도와 해류 인터랙티브한 기상 및 파랑지도 외해의 예보 계절적 해수 온도 예보 Marine Lite는 간편한 해양기상정보 주로 경보에 항구기압도
	표층 온도, 해류, 해수면 이상, 염도 등 관련 항목은 7일 예보



호주의 사례

- 해양예보 관련 정확도를 높이기 위한 다양한 워크샵을 통해 넓은 바다지역에 해양예보 정확도를 올리기 위한 학술활동을 수행하나, 바로 예보 정책에 반영하지 않고, 그 내용은 웹페이지를 통해서 공유함
- <https://www.cawcr.gov.au/projects/verification/>

시사점

1. 상식 수준의 예보 평가 기준을 제시
2. 웹기반의 지도 성과로 예보 결과를 보여주고 있음
3. 해양 예보관련 워크샵을 지속적으로 수행하고 보고서를 제출하고 논의를 주도함

미국 사례

해양예보 서비스 항목

- 해안, 오대호와 근해와 외해 지역으로 구분하여 해양예보구역을 설정하여 예보를 실시.
- 6일간 3시간~6시간 간격의 날씨, 풍향, 풍속, 파고, 시정정보를 제공하며
- 수온, 염분, 해류, 이안류 해빙에 대한 예측자료제공.
- 시간은 1일 1회 또는 4회로 제공 3일~16일 예보는 3시간 간격으로 서비스

품질 평가 기준과 현황

- 1) 기본 원칙은 통상적인 숫자인지 여부를 정성적으로 검토하고 있으며,
- 2) 면 공간의 일관성 체크는 인근 지역과의 데이터와 상호체크 공간적 자기상관성을 검토
- 3) 시간적 연속성 체크는 타임시리즈를 통한 오류를 체크
- 4) error log 자료를 체계적으로 관리하고 있어서 문제점을 누적하여 관리하고 있다는 점

미국 사례

미국 데이터 품질관리 규정 내용 상세 확인 시사점	적용방안
<p>1) 예보 항목 중에 품질관리 대상인 12개 항목을 명확히 지정 *기압, 바람(풍향, 풍속, 돌풍). 기온과 수온, 파랑에너지. 물기둥고, 상대습도, 해류속도, 강수, 염도, 태양 복사량, 시정, 수고 및 수질</p>	적용 대상을 명시하도록 함
<p>2) 데이터 흐름에 대한 모식도를 제공 C-manrhk 정박 부이 플랫폼으로 받은 자료와 GOES 위성자료, Iridium서비스로 받은 자료 프로세스에 대한 유형을 도식화 함</p>	모식도 제공에 대한 유형을 모두 마련할 수 있을지. 이는 매뉴얼 작성시 반영할 수 있을 것임
<p>결측 여부에 대한 통계값 풍속의 경우 최대값-최소값 고려 기온은 1Hz 샘플링 속도를 유지 수온의 경우 부이와 C-man 사이트 차이 발생 가능, 수직적 온도 차이가 많은 경우 주의 필요</p>	관측값과 모델링 예측값의 각각의 품질관리가 예보의 품질관리에 영향을 미치므로 범위를 규정할 필요
<p>기온의 경우 주요 품질 지표 부이로부터 나온 평균값, 최대값, 최소값 시스템에서 보정된 평균값, 최대값, 최소값, 표준편차. 타임시리즈 분석에서 이상치의 개수 파랑의 방향 관련 주요 품질지표 부이값의 천정각, 시계방향의 최대 이탈 각도, 최소 이탈 각도, 연속 측정 샘플간의 방향차이 최대값, 연속 측정 샘플간의 방향차이 최소값, 피치 평균값과 각도, 피치 최대값과 각도, 부이 수직 이탈 각도의 최대값과 최소값 시정 Belfort visibility sensor에 따라 그대로 읽은 원시 자료와 보정한 자료로 구분 6.9nmi (노티컬 마일로) 표시 수위 측정 2분 간격 10회의 관측값의 평균과 표준편차, 조위에 따라 달라지는 정보 병행기록 역사적 기록치와 비교</p>	각 항목별로 세부적인 품질관리 내부 규정에서 반영
<p>실시간 품질 관련 데이터 플래그 코드리스트로 결측 유형별로 관리하여 품질 보고서가 만들어지도록 함</p>	시스템 구현과정에서 나와야 할 기능으로 인지됨
<p>사용자 특정보고서: 오라클 도구에 의한 맞춤형 보고서 제작 가능</p>	

미국 사례

- 해양예보 관련 상세매뉴얼을 보유하고 있으며, 시스템을 통해서 품질관리가 될 수 있도록 함
- 데이터의 이력에 대한 관리를 철저히 하고 있음
- NOAA의 품질 관리 규정은 센서관리부터 모델링에 이르기까지 매우 광범위하게 정의되고 있으며 이를 매뉴얼로 제시하고 있다

시사점

1. 해양예보에 대한 규정은 일반적인 기관의 QA QC 관리방안으로 가름함
2. 매뉴얼에 센서, 위성, 모델링을 포함한 상세한 내용을 별도로 정의하고 있음
3. 시스템으로 실시간 품질 관리체계를 두고 있음

캐나다 사례

해양예보 서비스 항목

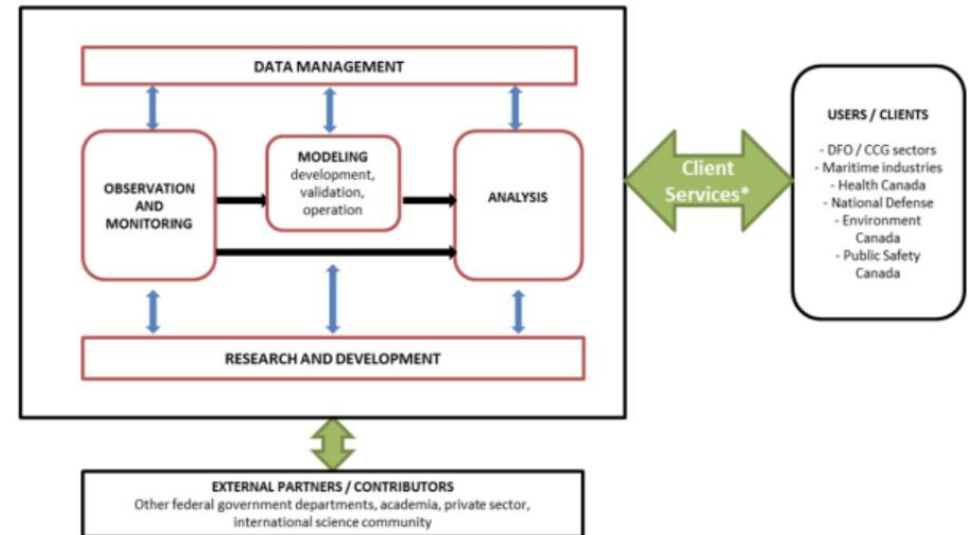
- **중장기 예보는 5일 예보**를 발행, 하루에 2회 오전 오후 4시에 발표하며, 이때 파고 예보도 실시한다.
- 48시간에 대해서는 기상 경보 또는 주의보 및 파고 등을 포함하여 상세예보
- 이후 72시간에 대해서는 개략적인 예보를 제공하고 있다.
- 정규예보와 더불어 서술식으로 설명하는 **해양 종관 기상정보는 하루에 4회**. 즉 새벽 4시, 오후 10시 30분, 오후 4시, 저녁 9시 30분에 발표한다. 중장기 예보로 5일 예보는

품질 평가 기준과 현황

- 1) 접근성: National Inquiry Response Team(NIRT)에 우편, 전화, 팩스, 이메일과 홈페이지 접속 후 후기 등의 방법으로 접촉 가능, NIRT에 보고한 경우 근무일 이내에 답변하도록 함. Marine Forecast and Warning Products의 경우 7일 24시간 접속이 가능하도록 운영함
- 2) 시의성 : 발표하기로 한 시간에 발표가 되었는가?
- 3) 정확성 : 정확성 지표의 경우 gale(강풍 34 to 47 knots)급 풍속의 바람에 대한 18시간 선제 예보에 대한 정확성만을 평가하고 있음.

캐나다 사례

목표년도	목표	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
접근성 Accessibility : Marine forecast and warning information will be accessible to its clients 24 hours a day, 7 days a week.	95%	97%	97%	97%	96%	96%	97%	96%
시의성 Timeliness : Marine weather forecasts are issued according to the established schedule.	95%	96%	96%	97%	97%	97%	98%	98%
정확성 Accuracy : Gale warnings will be issued at least 18 hours in advance of the event.	68%	67%	69%	69%	64%	66%	75%	75%



캐나다 사례

- 해양예보 관련 상세매뉴얼을 보유하고 있으며, 시스템을 통해서 품질관리가 될 수 있도록 함
- 데이터의 이력에 대한 관리를 철저히 하고 있음
- NOAA의 품질 관리 규정은 센서관리부터 모델링에 이르기까지 매우 광범위하게 정의되고 있으며 이를 매뉴얼로 제시하고 있다

시사점

1. 복잡한 수식 보다는 필요항목 중심으로 기준을 선정
2. 정확한 예보를 위한 노력에 연구개발 성과와의 연계성 확보를 강조함
3. 외부 컨설팅 및 파트너십 관계를 중요시하고 품질관리 체계에 명시

일본 사례

해양예보 서비스 항목

- 선박의 안전항행과 어업 안전 조업 지원 목표를 명시
- 저기압 등에 관한 정보와 함께, 강풍, 농무, 결빙 등의 해상 경보 및 풍향/풍속, 파고 등의 해상 예보와 해일과 화산에 관한 경보 및 예보를 발령
- 해양 예보 서비스 항목은 바람, 파고, 시정, 착빙에 대한 예보를 6시, 12시 18시 24시 등 매일 4회 발표한다.

품질 평가 기준과 현황

- 1) 일본 해양연구개발기구인 JAMSTEC은 단기해양예측시스템인 JCOPE(Japan Coastal Ocean Predictability Experiment)와 JECPET (The Tide resolving regional nested subsystem of JCOPE)를 운용 중임을 밝힘
- 2) 상세한 품질 관리 문서를 제시하지는 않는다.

일본 사례

격자단위 (0.5km 간격)의 분포도 형태로 지방 해상풍 분포 예보 발표한다.

일본 근해를 12개 지방 해상 예보구역으로 나누고 세분하여 지역 해상예보 구역과 세분화 해역을 대상으로 구분 해상 경보, 해상 예보를 발표하며, 해상 경보는 24시간 이내에 발생할 것으로 예상되는 경우에 발표한다.

서비스 범위는 대만 이남, 우리나라 서해 남부, 오후츠크해 남부, 쿠릴열도를 포함하는 넓은 지역에 대한 예보를 발표한다.




시사점

1. 관할권역 이상의 해역에 대한 해양예보를 시행함
2. 지방 해상예보구역을 구분, 세분화된 해역별로 해양예보를 시행
3. 해저 화산 분출 등 심해 관측 정보를 함께 제공함

EU 사례

해양예보 서비스 항목

- 해양예보 자료를 인터랙티브 맵으로 제시하고 있으며, 관심 지역과 주제를 선택하여 운영한다.
- 물리적 환경정보를 Blue. 유빙 정보를 White로. 생물 화학적인 정보를 Green영역으로 구분하여 전 세계(Global)를 대상으로 서비스한다.

 BLUE OCEAN	 WHITE OCEAN	 GREEN OCEAN
Temperature	Arctic sea ice concentration	Chlorophyll
Salinity	Antarctic sea ice concentration	Acidity
Total ocean currents	Icebergs density observed with Sentinel-1	Dissolved oxygen
Waves	-	Concentration of small fish
Winds	-	Plankton
Sea level	-	Nitrate
-	-	Phosphate
-	-	Silicate

품질 평가 기준과 현황

- 1) EU 해양예보의 품질은 전담조직을 두고 운영
- 2) 품질정보 문서인 Quality Information Document(QulDs)를 발간 발행표준을 개발하여 운영
- 3) 평균 관측치와 모델의 값의 차이의 RMSE로 산출 적용, 예보값과 관측값을 가지고 거꾸로 환산한 값의 차이를 비교하는 방식을 사용 (Hindcast)라고 예보와 반대되는 개념을 차용

EU 사례

해양예보 품질평가 결과 게시

Sea surface temperature (K)

	Hindcast		Forecast day 3	
	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference
	0,02	0,65	0,02	0,65

Sea level (cm)

	Hindcast		Forecast day 3	
	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference
	-0,1	7,0	-0,1	7,0

Sea-ice concentration (fraction)

	Mean difference
Arctic winter	0,15
Arctic summer	-0,30
Antarctic winter	-0,05
Antarctic summer	-0,50

Temperature (K)

	Hindcast		Forecast day 1		Forecast day 3		Forecast day 5	
	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference
0 - 5m	0,14	0,51	0,01	0,60	0,19	0,62	0,00	0,66
5 - 100m	0,03	0,84	0,03	1,01	0,03	1,04	0,03	1,08
100 - 300m	0,12	0,79	0,09	0,94	0,03	0,97	0,03	1,00
300 - 800m	0,12	0,44	0,09	0,53	0,03	0,54	0,03	0,56
800 - 2000m	0,12	0,22	0,09	0,24	0,03	0,24	0,03	0,25

Salinity (PSU)

	Hindcast		Forecast day 1		Forecast day 3		Forecast day 5	
	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference
0 - 5m	0,00	0,27	0,00	0,29	0,00	0,29	-0,01	0,30
5 - 100m	-0,01	0,17	-0,01	0,20	-0,01	0,20	-0,01	0,21
100 - 300m	0,00	0,12	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,14
300 - 800m	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,07
800 - 2000m	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03

EU 사례

품질평가를 위한 자문위원 구성

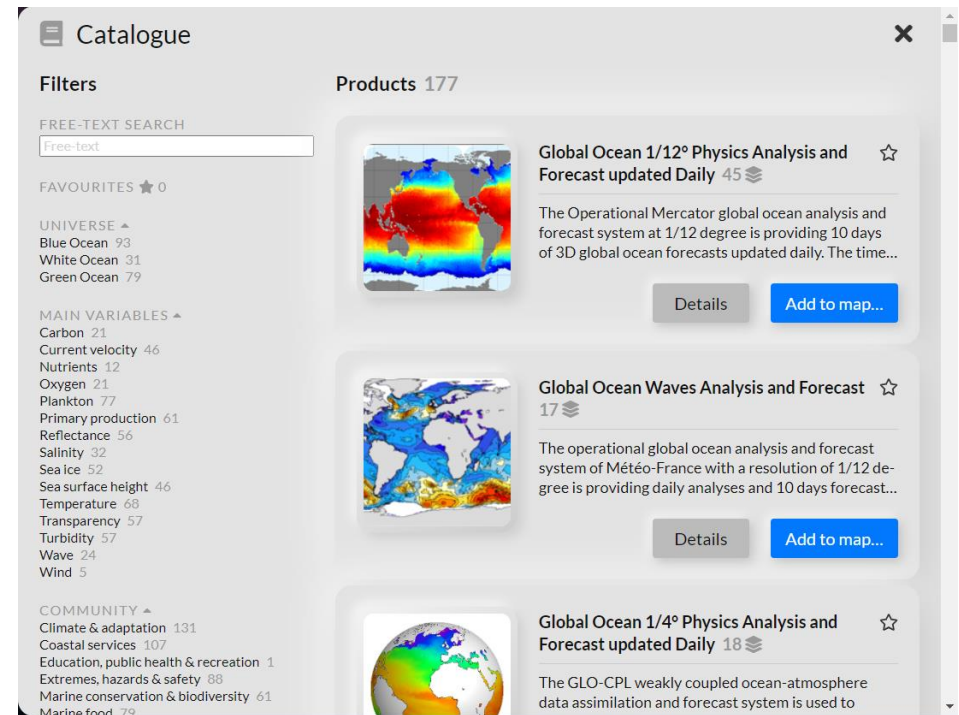
특정 사용자로 전문성이 있을 것

해양 데이터에 대한 전문성이 있을 것

이해 충돌이 없을 것

EU 멤버로 국가별 대표성이 있을 것

코페르니쿠스 마린 서비스를 사용하는 사람일 것



시사점

1. 관할권역 이상의 해역에 대한 해양예보를 시행함 (전 세계)
2. 정기적으로 산출된 예보의 품질결과를 웹페이지에 게시함
3. 품질평가를 위한 자문위원 구성 부분은 참고할 가치가 있음

프랑스 사례

- 전세계를 대상으로 1도 12개로 나눈 간격으로 나눈 전지구 예보모델과 대서양지역만 대상으로 하는 지역예보 모델, 1도를 36개의 간격으로 나눈 지중해 지역 예보모델 운영한다.
- 관할 구역 예보를 1일 1회 긴급 상황시 1일 4회 실시한다.
- 해양예보 메르카토르 조직은 총 9개 파트로 구성되어 있으며, 품질 관련 내용을 별도로 고시하지 않고 유럽의 기준을 그대로 준수한다.

노르웨이 사례




노르웨이는 해양기상예보를 위한 프로그램으로 Topaz를 운영하고 있음

예보의 범위는 노르웨이로부터 북대서양은 11km 간격으로 북극해는 16km 해상도로 해양예보를 수행한다.

WMO 사례

해양예보 서비스 항목

- 해양예보 자료를 인터랙티브 맵으로 제시하고 있으며, 관심 지역과 주제를 선택하여 운영한다.
- 물리적 환경정보를 Blue. 유빙 정보를 White로. 생물 화학적인 정보를 Green영역으로 구분하여 전 세계(Global)를 대상으로 서비스한다.

 BLUE OCEAN	 WHITE OCEAN	 GREEN OCEAN
Temperature	Arctic sea ice concentration	Chlorophyll
Salinity	Antarctic sea ice concentration	Acidity
Total ocean currents	Icebergs density observed with Sentinel-1	Dissolved oxygen
Waves	-	Concentration of small fish
Winds	-	Plankton
Sea level	-	Nitrate
-	-	Phosphate
-	-	Silicate

품질 평가 기준과 현황

- 1) EU 해양예보의 품질은 전담조직을 두고 운영
- 2) 품질정보 문서인 Quality Information Document(QulDs)를 발간 발행표준을 개발하여 운영
- 3) 평균 관측치와 모델의 값의 차이의 RMSE로 산출 적용, 예보값과 관측값을 가지고 거꾸로 환산한 값의 차이를 비교하는 방식을 사용 (Hindcast)라고 예보와 반대되는 개념을 차용

EU 사례

해양예보 서비스 항목

Sea surface temperature (K)

	Hindcast		Forecast day 3	
	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference
	0,02	0,65	0,02	0,65

Sea level (cm)

	Hindcast		Forecast day 3	
	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference
	-0,1	7,0	-0,1	7,0

Sea-ice concentration (fraction)

	Mean difference
Arctic winter	0,15
Arctic summer	-0,30
Antarctic winter	-0,05
Antarctic summer	-0,50

Temperature (K)

	Hindcast		Forecast day 1		Forecast day 3		Forecast day 5	
	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference
0 - 5m	0,14	0,51	0,01	0,60	0,19	0,62	0,00	0,66
5 - 100m	0,03	0,84	0,03	1,01	0,03	1,04	0,03	1,08
100 - 300m	0,12	0,79	0,09	0,94	0,03	0,97	0,03	1,00
300 - 800m	0,12	0,44	0,09	0,53	0,03	0,54	0,03	0,56
800 - 2000m	0,12	0,22	0,09	0,24	0,03	0,24	0,03	0,25

Salinity (PSU)

	Hindcast		Forecast day 1		Forecast day 3		Forecast day 5	
	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference	Mean difference	RMS difference
0 - 5m	0,00	0,27	0,00	0,29	0,00	0,29	-0,01	0,30
5 - 100m	-0,01	0,17	-0,01	0,20	-0,01	0,20	-0,01	0,21
100 - 300m	0,00	0,12	0,00	0,13	0,00	0,13	0,00	0,14
300 - 800m	0,00	0,06	0,00	0,07	0,00	0,07	0,00	0,07
800 - 2000m	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03

EU 사례

품질평가를 위한 자문위원 구성

특정 사용자로 전문성이 있을 것

해양 데이터에 대한 전문성이 있을 것

이해 충돌이 없을 것

EU 멤버로 국가별 대표성이 있을 것

코페르니쿠스 마린 서비스를 사용하는 사람일 것

시사점

1. 관할권역 이상의 해역에 대한 해양예보를 시행함 (전 세계)
2. 정기적으로 산출된 예보의 품질결과를 웹페이지에 게시함
3. 품질평가를 위한 자문위원 구성 부분은 참고할 가치가 있음

기상청 사례

동네 초단기 예보: 기온, 1시간 강수량, 강수형태, 동서바람 성분, 남북 바람성분

동네 단기에보: 강수확률, 강수형태, 습도, 6시간 신적설, 하늘 상태

단기에보: 개황, 육상, 해양 예보 데이터

중기에보: 개황, 육상, 해양, 기온 예보 데이터

장기에보: 1개월, 3개월 기상 전망 데이터

기상청 예보는 기상청장이 가장 관심을 두는 항목 내부적으로 엄격한 예보 품질관리를 시도하지만 평가 방법을 정교화 하면, 예보관의 사기저하 발생 데이터 품질관리 규정으로 보편적인 규정을 사용하고 상세 매뉴얼과 교육자료에 품질관리 방법, 기준을 포함

체감온도지수: 행정구역 코드별 체감온도 예측 지수

대기확산지수: 행정구역 코드별 대기확산지수

더위체감지수: 행정구역 코드별 더위체감지수

식중독 지수: 행정구역 코드별 식중독 지수

천식 폐질환 가능지수: 행정구역 코드별 천식 폐질환 가능지수

뇌졸중 가능지수: 행정구역 코드별 뇌졸중 가능지수

감기 가능지수: 행정구역 코드별 감기 가능지수

항공기상청 사례

ICAO(국제민간항공기협회) 중심의 국제표준 문서를 그대로 준용

항공기상 예보지침 (ISO-I-04)

기상청 데이터 관리지침을 준수
별도의 품질경영시스템에 의한
품질관리를 수행 (2020년)

ICAO 국제민간항공기 협회 중심
ISO문서를 준용하여 품질관리를
수행함



수산과학원

실시간 적조예보탐색시스템에 대한 품질관리에 대한 언급은 연구계획서에서 확인 가능하나 수과원 자료에는 직접 담겨져 있지 않다.

예측기간은 3일 예측 기준, 시간간격은 3시간 이내 기준이며, 예측정확도(시공간 분포 및 생물밀도 등)는 제안자가 제시하는 것으로 되어 있다.

한국기상산업기술원에서 2021년 신규 개방하는 데이터 목록에도 적조발생 예측 데이터가 있으며, 여수, 광양, 통영지역에 대한 적조발생 예측 데이터가 있다.

적조예보 및 발령기준

종류	규모	적조생물 밀도(개체/ml)	비고
적조 예비주의보	적조생물의 출현밀도가 증가하여, 적조발생이 예상될 때	<ul style="list-style-type: none"> ○ 편조류: 종의 세포크기와 독성도에 따라 결정 - <i>Chattonella</i> spp. : 1,000이상 - <i>Cochlodinium polykrikoides</i>: 10이상 - <i>Gyrodinium</i> sp. : 200이상 - <i>Karenia mikimotoi</i>: 500이상 - 기타 편모조류 : 10,000이상 ○ 규조류: 20,000이상 ○ 혼합형: 편조가 50%이상 때 20,000이상 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수과원장은 적조생물 해황 및 해역의 특성에 따라 피해가 우려될 경우 적조 규모 및 밀도에 관계없이 적조예보를 발령할 수 있음 ○ 수과원장은 적조의 진행정보(유해종의 출현, 확산)의 전파 및 어업피해방지에 관한 조치가 필요할 때 적조속보를 발령할 수 있음. ○ 적조생물 밀도는 양식생물 피해 최소화를 위해 양식장 환경관리, 먹이공급 중단 등 적조 대응을 위한 예보발령 기준이며, 양식생물 폐사를 판단하는 기준은 아님
적조 주의보	반경 2 ~ 5km (12 ~ 79km ²) 수역에 걸쳐 발생하고 어업피해가 우려 될 때	<ul style="list-style-type: none"> ○ 편조류: 종의 세포크기와 독성도에 따라 결정 - <i>Chattonella</i> spp. : 2,500이상 - <i>Cochlodinium polykrikoides</i>: 100이상 - <i>Gyrodinium</i> sp. : 500이상 - <i>Karenia mikimotoi</i>: 1,000이상 - 기타 편모조류 : 30,000이상 ○ 규조류: 50,000이상 ○ 혼합형: 편조가 50%이상 때 40,000이상 	
적조 경보	반경 5km(79km ²)이상 수역에 걸쳐 발생 하여 상당한 어업피해가 예상될 때	<ul style="list-style-type: none"> ○ 편조류: 종의 세포크기와 독성도에 따라 결정 - <i>Chattonella</i> spp. : 5,000이상 - <i>Cochlodinium polykrikoides</i>: 1,000이상 - <i>Gyrodinium</i> sp. : 2,000이상 - <i>Karenia mikimotoi</i>: 3,000이상 - 기타 편모조류 : 50,000이상 ○ 규조류: 100,000이상 ○ 혼합형: 편조가 50%이상 때 80,000이상 	
적조 해제	적조가 소멸되어 어업피해 위험이 없고 수질이 정상상태로 회복 했을 때		

한국기상산업기술원 신규 개방 데이터 목록

No.	데이터 명	제공항목
1	국도/지방도 교통량 예측 데이터	기상정보와 결합한 교통량 예측 데이터
2	적조발생 예측 데이터	여수/광양/통영지역 적조발생 예측 데이터
3	기상에 따른 건설 공정 별 작업가능일수	기상에 따른 건설작업 가능일수 산출 데이터
4	자체개발 NDVL계측 센서 데이터	식생 및 수목 생육 활력도 측정 데이터
5	식생활력 딥러닝 예측 데이터	식생활력 예측 데이터
6	축산기상서비스 데이터	축산업을 위한 가축 관련 위험지수 데이터
7	산림휴양 기상서비스 데이터	피톤치드 및 등산 등 산림 휴양 관련 예측 데이터
8	미세먼지 예측데이터	미세먼지 1시간 예측 데이터

국토지리정보원

국토위성 품질 관리지침과 품질기준을 분리하여 별개의 문서로 관리

품질관리지침의 구성

- 개요: 목적에 대한 명확한 정의를 포함, 국토위성센터에서 생산 및 관리하는 위성영상 및 활용 산출물의 품질을 측정하는 기준을 정의한다.
- 기준의 범위: 위성영상의 품질을 측정하는 항목과 기준을 정의한다.
- 참조자료, 용어, 품질 기준 적용대상, 품질요소, 품질측정 항목, 품질등급, 품질 결과 등을 명시

시사점

- ISO 19157 기준으로 명시함
- 개별 영상의 품질과 특정기간의 영상에 대한 전반적인 품질을 구분하여 관리
- 사용자의 편의성을 위한 개별 위성 품질정보와 관리를 위한 특정기간의 품질, 항목별 품질을 구분함
- 품질요소를 결정하는 과정에 전문가의 AHP 분석과정을 거쳐서 가중치를 결정하였음

- 1) 품질관리지침과 품질관리 매뉴얼의 2원화 전략 필요
- 2) ISO 19157 및 ISO 8000-150과 같은 국제표준의 준수가 근거 마련에 도움이 됨
- 3) 품질 관리 지침에 반드시 포함될 항목은 주체와 관리자에 대한 명시, 목적과 품질관리 대상을 명시
품질요소, 평가방법, 시기에 대한 원론적인 내용이 포함되어야 함
- 4) 품질관리 기준 및 매뉴얼은 등급, 개별 평가기준, 방법 제시, 사용하는 모델, 관련 시스템, 다양한 지수에 대한 설명과 평가기준 등이 그림과 표 등을 이용하여 업무 담당자의 이해를 돕도록 구성해야한다.

국내외 예보 품질관리 현황조사를 통해 도출된 해양예보 산출물 품질관리 지침

구성	핵심어	
개요	주체, 목적, 타 문서와의 관계	해양예보 데이터 관리와 품질관리의 기획, 생산, 관리, 서비스에 대한 관리 주체와 해양예보의 품질을 설명할 수 있는 범위 즉 항목을 정의하고, 이에 따라 작성된 평가내용이 생산자나 사용자에게 해양예보에 대한 현재 상태를 제공하도록 하는 것을 목적으로 한다.
2. 지침의 범위	품질관리 대상의 정의	수치예측 산출물(해수면 높이, 수온, 염분, 해수유동의 4종)의 정확도와 생활해양예보지수 18종에 대한 지수변경을, 등 품질측정 방법을 정의하며, 여러 시스템에서 운영되는 데이터의 품질확보와 상호호환성을 확보하기 위한 데이터 표준화 내용도 다룬다.
3. 참조자료	국내자료 해외자료	품질관리지침을 작성할 때 참조한 자료
4. 용어 및 약어		표준, 지침, 법 등에서 인용
5. 해양예보 데이터 관리와 품질관리주체	총괄책임자 해양예보 품질관리 주체	라이프사이클에 따른 항목
6. 해양예보 데이터셋의 품질	6.1. 품질관리 대상 6.2 품질관리를 위한 데이터 표준화 6.3 품질요소의 구성 6.4 품질요소의 기술 (description)	<p>품질측정항목 품질측정방법 (일자, 방법 설명, 절차, 평가주기) 직접평가 항목: 수치예측 산출물(해수면 높이, 수온, 염분, 해수유동의 4종)과 이를 활용한 해양예보정보(이안류 및 해무 발생가능성 2종) 총 6종에 대한 평가를 수행하며 그 결과는 다음 항목을 포함한다.</p> <p>직접평가항목을 제외한 생활해양예보지수 8종, 선박운항지수 4종) 총 12종에 대한 평가를 수행하며 그 결과는 다음 항목을 포함한다.</p> <p>적합성 결과와 정량적 결과, 서술적 결과에 대한 기술 정리</p>



감사합니다.