



정수장 위생안전 인증제 도입 방안

Introduction of sanitation safety certification system for water treatment plant

김진근*

Jinkeun Kim*

제주대학교 환경공학과

Department of Environmental Engineering, Jeju National University

ABSTRACT

To improve the safety of tap water, a study was conducted on the introduction of sanitation safety certification system for water treatment plants(WTPs). In order to produce and supply safe tap, the inflow of pollutants should be blocked as much as possible during the tap water production process, and contaminated materials should be removed or inactivated to a safe level in the WTPs. In order to block the inflow of pollutants in WTPs, it is necessary to strengthen the sanitation management such as installation of facilities for preventing inflow and habitat of larvae, and to remove or inactivate pollutants in the tap water production process, strengthening the safety management such as enhanced turbidity management is needed. Sanitation and safety management in the WTPs can be significantly improved by introducing certification system of WTPs. This will induce continuous improvement in water purification plants with insufficient sanitation and safety management, and provide incentives for WTPs with good sanitation and safety management. In addition, when the WTPs sanitation and safety certification system is established, it is desirable to expand the proposed system from WTPs to the entire process of tap water production and supply.

Key words: HACCP(hazard analysis critical control point), Sanitation safety certification system, Tap water reliability, Water safety, Water treatment plant

주제어: 안전관리인증기준, 위생안전인증제, 수도물 신뢰도, 물안전, 정수장

Received 4 January 2023, revised 12 February 2023, accepted 14 February 2023.

*Corresponding author: Jinkeun Kim (E-mail: kjinkeun@jejunu.ac.kr)

• 김진근 (교수) / Jinkeun Kim (Professor)

제주특별자치도 제주시 제주대학로 102, 63243

102, Jejudaehak-ro, Jeju-si, Jeju-do, Republic of Korea, 63243

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

인천광역시 서구 왕길동 소재 주택에서 2020년 7월 9일 수도물 깔따구 유충 발생 민원 1건이 발생한 이후, 총 관련 민원이 인천시에서 1,848건 발생하였으며, 그 중 유충 발견은 235건으로 파악되었다 (MOE and IMC, 2020).

인천 지역의 수도물 유충발생 사고를 계기로 환경부 주관으로 2020년 7월 15일부터 7월 17일까지 고도정수처리 정수장 49개소를 점검한 결과, 7개소 정수장의 활성탄지 표층에서 유충이 발견되었으며, 7월 17일부터 7월 26일까지 전국의 일반정수장 435개소를 전수 조사한 결과 3개 정수장의 여과지에서 유충이 소량 발견되어 보완조치를 실시하였다 (MOE, 2020a).

환경부에서는 수도물 깔따구 유충사고의 대응방안으로 2020년 9월 국민이 안심하는 수도물 생산을 위한 수도물 위생관리 종합대책(안)을 발표하였다. 주요 대책은 ① 식품위생 수준의 깨끗한 수도물 생산체계 구축, ② 전문적 상수도 관리시스템 구현 ③ 국민과 소통하는 수도물 서비스 실현이었으며, 식품위생 수준의 깨끗한 수도물 생산체계 구축의 일환으로 ISO 22000, HACCP(Hazard Analysis Critical Control Point, 안전관리인증기준)의 위해요소 관리기준에서 국내 정수장에 필요한 내용을 발췌하여 적용하는 한국형 정수장 위생안전 인증제 도입을 제시하였다 (MOE, 2020b).

한편, 2020년 10월 18일에는 제주도 서귀포시 강정정수장 급수지역에서 깔따구 유충 발생 민원이 접수된 이후 11월 18일까지 총 107건의 민원이 접수되었고 이 중 77개소에서 깔따구 유충이 검출되었다. 급속여과시스템으로 구성된 강정정수장은 원수가 대부분 용천수로서 비강수 기간에는 탁도가 대부분 0.2 NTU 이하로 양호하여 연중 11개월 정도는 응집처리를 하지 않았으며, 설계 여과속도보다 높은 190 m/일 정도의 여과속도로 운전을 하고 여과지속시간도 경우에 따라서는 30일 정도로 지나치게 길게 운영하였다. 이는 급속여과지의 경우에도 전처리 공정인 응집처리를 생략하거나, 설계범위를 벗어나는 지나치게 높은 여과속도, 지나치게 긴 여과지속시간을 유지하는 등의 여과지 운영관리가 미흡할 경우에는 정수처리 과정에서 깔따구 등 오염물질이 누출될 수 있음을 의미한다 (JSSGP, 2021a).

2020년 9월 수립된 환경부의 수도물 위생관리 종합대책 후에도 지속적으로 수도물에서 깔따구 유충이 간헐적으로 발견되고 있다. 제주도 서귀포시 강정정수장 급수지역에서 2021년 2월 25일 2차 수도물 깔따구 유충사고가 발생하였고, 원인파악 및 다양한 운영관리 및 시설개선 계획이 추가로 수립되었다 (JSSGP, 2021b). 또한, 2021.03.15.~2021.04.12. 동안 환경부에서 수도물 유충 발생 사전예방 및 관리를 위해 전국 정수장 447곳에 대해 위생관리 실태를 점검한 결과, 5개 정수장의 정수에서 깔따구 유충이 소량 발견되고, 18곳의 정수장은 원수 및 정수처리과정에서 유충이 발견되었다. 환경부는 정수에서 유충이 발견된 5곳의 정수장에 대해 수계전환, 정수처리 강화, 정수지와 배수지 청소 및 유충 차단망 설치 등의 조치를 취해 유충이 수도물에서 검출되는 것을 조기에 차단했다.

정수처리된 수도물에서 깔따구 유충 등의 이물질이 발생하는 것을 예방하기 위해서는 상수원관리, 정수장 시설 및 공정관리, 급배수 과정에 추가 여과시설 설치 등 다중 방어(multiple barrier) 체계를 구축하는 것이 바람직하다. 즉, 2020년 이후 발생한 수도물 유충 발견 원인이 정수장 여과지 및 활성탄지에서 유출된 것으로 밝혀짐에 따라 정수장 위생 및 안전관리가 무엇보다 중요하게 대두되고 있다.

이에, 본 논문에서는 HACCP, ISO22000, WSP(water safety plan, 물안전계획) 등의 위해요소 관리기준 중 정수장에 적용 가능한 위생안전기준을 토대로 한국형 정수장 인증제도의 도입방안을 제시하고자 한다. 정수장 위생안전 인증제 도입을 통해 수도물 생산 전(全) 과정의 위해요소를 사전 차단하고 최고의 수도물을 생산하는 정수장에 대해 인증함으로써 위생적인 수도물 생산공정관리와 고품질 수도물 생산체계 강화를 통해 국민의 수도물 신뢰도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

2. 국내·외 정수장 인증제 현황

2.1 국내 유사 인증제도 운영 실태

2023년 1월 기준으로 국내 24개 정부부처에서 운영하는 법정인증제도는 총 247건이며, 강제성을 갖는 법정 의무 인증제도는 98건, 강제성이 없는 법정 의무 인증제도는 149건이다 (KATS, 2023). 본 논문에서는 정



수장의 위생과 안전 확보를 위한 인증제도 도입을 목적으로 함에 따라 법정인증제도와 민간인증제도 중 위생안전과 관련된 인증제도, 시설을 대상으로 하는 인증제도, 수도 관련 인증제도 등 3가지 형태의 인증제도를 중심으로 조사를 실시했다.

위생안전 관련 인증제도로써 HACCP은 최초 원료 단계부터 최종 소비자에게 유통되는 단계까지 전 과정에서 위해요소를 분석(HA, hazard analysis)하고 중요관리점(CCP, critical control point)을 설정하여 관리한다는 특징이 있다 (MFDS, 2022).

시설 대상 인증제도로써 어린이집 평가 인증은 사후관리 개념에서 평가등급에 따른 평가 주기가 차등 적용되는 인센티브가 있으며, 인증 평가수수료는 국가에서 전액 부담한다. 농산물 우수관리시설의 지정은 시설 뿐 아니라 인력, 조직 기준까지 모두 고려하고, 음식점 위생등급제는 자율 평가를 시행한다는 특징이 있다.

한편, 수도 관련 인증제도로써 위생안전기준인증, 적합인증(CP, conformity product), 수처리제 위생안전인증, 정수처리기준배제인증 제도 등이 시행되고 있으며, 수도용 자재 및 제품을 대상으로 하거나, 정수처리 기준 배제와 같은 특수목적에 갖는 특징이 있으며, 정수처리 과정 전반에 대한 위생안전을 목적으로 하는 인증제도는 없는 것으로 파악되었다 (MOE, 2021a).

2.2 국내·외 수도시설 관련 인증제도 도입 및 운영 사례 조사

HACCP은 식품 제조 및 유통과정에서 발생가능한

위해요소를 집중관리하여 위해요소가 식품에 섞이거나 오염되지 않도록 예방관리하는 위생관리체계이다. HACCP은 준비단계 5단계와 7원칙을 합하여 12절차에 의한 체계적인 접근방식을 적용하여 인증을 진행하고 있다.

ISO 22000은 국제표준기구(ISO)에서 개발한 식품안전경영시스템으로 식품 생산 및 제조의 모든 과정에서 발생할 수 있는 위해 요소를 효과적으로 관리하기 위한 국제표준규격으로, ISO 9001 품질경영시스템을 바탕으로 HACCP의 7원칙과 12절차를 모두 포함하고 있다. 이러한 두 시스템의 통합을 통해 식품안전 보장과 지속적인 성과 개선이라는 목표를 동시에 달성할 수 있다 (KSA, 2022).

WSP는 세계보건기구(WHO)에서 수돗물의 안전성 향상을 위해 HACCP의 개념을 수도 분야에 적용한 사례로, 수원에서부터 수도꼭지까지 모든 단계에서 위해요소에 대한 위해성 관리를 실시하여 수돗물 안전을 향상시키는 관리방안이다 (WHO, 2005). WSP 수행 단계는 준비단계, 시스템 평가 및 운영 감시단계, 관리와 의사소통 단계의 3단계로 구성되며, WSP를 수행하면서 지속적인 피드백과 개선단계를 추가하여 Table 1과 같이 11개의 모듈로 구성된다 (IWA and WHO, 2009).

한편, 미국, 호주, 일본, 유럽 등 선진외국에서는 우리나라보다 먼저 HACCP, WSP, ISO22000을 상수도 분야에 도입하여 적용하고 있으며, 국내에서는 2012년 K-water를 시작으로 정수장에 WSP, ISO22000을 도입하는 사례가 증가하고 있다 (Table 2 참조)(MOE, 2021a). 외국사례와 비교하여 국내에서는 2020년 수돗

Table 1. Procedure of water safety plan

Step	Module
Preparation	Module 1. Assemble the WSP team
System Assessment	Module 2. Describe the water supply system
	Module 3. Identify hazards and hazardous events and assess the risks
	Module 4. Determine and validate control measures, reassess and prioritize the risks
	Module 5. Develop, implement and maintain an improvement/upgrade plan
Operational Monitoring	Module 6. Define monitoring of the control measures
	Module 7. Verify the effectiveness of the WSP
Management and Communication	Module 8. Prepare management procedures
	Module 9. Develop supporting programmes
Feedback and improvement	Module 10. Plan and carry out periodic reviews of the WSP
	Module 11. Revise the WSP following an incident

Table 2. Applications of HACCP, WSP, ISO 22000 in WTPs

Countries	Application cases
Korea	<ul style="list-style-type: none"> • K-water introduced WSP to 36 multi-regional WTPs in 2012 • Seoul metropolitan city introduced ISO 22000 for WTPs in 2016 followed by Bucheon city in 2017, Gimhae city in 2019, Suncheon city in 2020, and K-water and Incheon city in 2021
Japan	<ul style="list-style-type: none"> • WSP was established at Misato WTP in Tokyo in 2007 • Ministry of health, labor and welfare published guidelines for establishing water safety plans in 2008
EU	<ul style="list-style-type: none"> • Suez in France, introduced ISO 22000 for WTPs in 2005 • Agbar in Spain, introduced ISO 22000 in 2010 in the field of water intake and water purification • Introduction of ISO 22000 to Høfor's WTP in Copenhagen, Denmark
Australia	<ul style="list-style-type: none"> • In 1998, Melbourne Water became the world's first to apply the concept of HACCP to a water supply system for certification • In 2005 WHO 'Water Safety Plan' introduces Melbourne case (WHO, 2005)
USA	<ul style="list-style-type: none"> • WSP was introduced in the field of potable water for national security after the September 11, 2001 • Water Security Handbook (USEPA, 2006) prepares detailed plans and response procedures for contamination of water facilities based on WSP

물 깔따구 유충 발생사고를 계기로 위생관리에 대한 부분이 대폭 강화된 것으로 평가된다.

3. 정수장 위생안전 인증제 도입방안

3.1 정수장 위생안전 인증제 개요

정수장 위생안전 인증은 정수시설 공정에 대하여 사전에 규정된 위생안전 관련 요구사항에 대한 적합성 여부를 확인하고, 수돗물 생산과 관련된 시스템 및 최종 제품(수돗물)에 대하여 규정된 요구사항이 충족되었다는 것을 보증하는 행위로 정의할 수 있다.

정수장 위생안전 인증제도의 적용은 ‘정수장 위생관리’ 부분과 ‘수돗물 안전관리’ 부분을 각각 등급별로 평가하고 종합 판정은 각각의 낮은 등급으로 인증하는 방안이 바람직할 것으로 판단된다. 즉, 정수장 위생관리는 우수 등급, 수돗물 안전관리는 최우수 등급일 경우 종합판정인 정수장 위생안전 인증등급은 우수 등급으로 부여하도록 한다.

‘정수장 위생관리’는 깔따구 등 소형생물의 건물 또는 정수시설로의 유입차단을 중심으로 평가하고, ‘수돗물 안전관리’는 소형생물 등 오염물질 유출 차단 정도를 여과수 탁도를 기준으로 평가하고 인증하는 것으로 구분할 수 있다. 수돗물 안전관리 인증은 법적인 먹는물 수질기준 준수를 상회하여 고품질 수돗물 생

산공급에 대한 사항을 인증하는 제도로써 희망 수도사업자에 한하여 자발적인 참여를 유도하는 제도로 시행할 수 있다.

HACCP, ISO 22000은 주로 수도시설의 위생관리를 중심으로 평가하는데 반하여 본 정수장 위생안전 인증제는 수도시설 위생관리와 수돗물의 안전관리를 동시에 평가하고 인증한다는데 차이점이 있다고 볼 수 있다.

3.2 HACCP 부분 인증평가 기준 및 적용

국내에서 HACCP은 식품의약품안전처고시 제2022-40호로 식품 및 축산물분야의 안전관리인증기준으로 적용되고 있다. 고시 별표 1에서는 HACCP을 적용하기 위한 위생관리프로그램으로서 선행요건(Pre-requisite Program)을 정의하고 있다 (MFDS, 2022).

선행요건이란 정수장에서 HACCP을 적용하기 위하여 선행되어야 하는 위생관리 기준으로 정수장에서 안전한 수돗물을 생산하기 위한 기본적인 위생조건 및 방법을 규정하는 기준이다. 따라서 ‘정수장 위생안전 인증제’ 기준 적용에 있어 해충 등의 침입방지에 HACCP의 선행요건을 강화하여 적용할 필요가 있다.

고시 별표 1에서 선행요건으로 식품제조업소의 경우 영업장 관리, 위생관리 등의 분야에 준수해야 할 52개 항목을 명시하고 있다. 3번째 항목에서 작업장은



청결구역(식품의 특성에 따라 청결구역은 청결구역과 준청결구역으로 구별할 수 있다.)과 일반구역으로 분리하고, 제품의 특성과 공정에 따라 분리, 구획 또는 구분할 수 있다라고 규정하고 있다.

이를 정수장 적용하면 정수장 내 시설물은 정수처리공정의 특성에 따라 청결구역과 준청결구역, 일반구역으로 분리해야 하며, 청결구역은 밀폐관리가 되어야 한다. 일반구역은 외부로부터 오염물질이 유입될 수 있는 공정 또는 시설을 의미한다. 일반적인 급속여과시스템을 갖춘 정수장의 경우 침전지 이전의 공정은 대부분 대기에 노출된 구조이므로, 일반구역으로 분류할 수 있다. 청결구역 또는 준청결구역은 물과 오염물질이 접촉할 경우 최종 제품에 영향이 클 것으로 판단되는 공정 또는 시설을 의미한다. 정수장에서는 오염물질을 확실하게 제어할 수 있는 공정 또는 시설의 전단계는 일반구역으로, 그렇지 않을 경우에는 청결구역으로 구분할 수 있다. 즉 침전지 이전 단계에서 오염물질이 유입되더라도 여과지 이후에서 제거가 가능할 경우에는 일반구역에 해당되며, 여과 공정 이후에 입자물질 제어를 위한 추가 공정이 없을 경우에는 여과공정 이후의 공정은 모두 청결구역에 해당하게 된다. 따라서 정수장 위생안전인증제의 경우 청결구역에 한정하여 적용이 가능할 것으로 판단된다.

정수장 위생안전 인증제에 적용한 선행요건은 건축물 및 외부관리, 출입구, 작업장(건물 바닥, 벽 천장 등), 채광 및 조명, 작업환경관리(동선계획 및 공정간 오염방지, 환기시설관리, 방충·방서 시설 관리), 폐기

물관리, 검사관리로 분류할 수 있다. 특히, 깔따구 유충과 같은 정수장 해충방제 관리계획은 ① 밀도제어, ② 억제, ③ 작업장 차단, ④ 여과지 차단, ⑤ 모니터링, ⑥ 유출방지, ⑦ 이물보고 등 7단계로 구성된다. ISO22000 취득 정수장 중 위생전실, 미세방충망, 여과지 내 격벽 및 지별 덮개 설치 사례 등 선행요건을 바탕으로 실시한 시설 개선 사례를 참고하여 정수장 위생안전 개선에 적용할 수 있다 (MOE, 2021b).

정수장 위생안전 인증제 평가 기준에서는 HACCP에서 적용하는 선행요건중 정수장 관리, 위생관리, 제조·가공 설비관리, 검사관리 중 필요한 부분만 선택적으로 적용할 필요가 있다. 특히, 입자물질 제거 효율을 나타내는 여과수 탁도 관리가 중요하므로 개별 여과수, 통합여과수에 대한 지속적인 모니터링 및 평가가 필요하고, 여과수 탁도를 수돗물 안전관리의 주요 평가항목으로 반영하는 것이 필요하다.

3.3 정수장 위생안전 인증제 평가기준(안)

3.3.1 정수장 위생관리 평가기준(안)

정수장 위생안전 인증제에서는 ISO22000, HACCP의 내용 중 위생관리와 관련된 사항만을 발췌하여 정수장 위생분야 평가항목에 반영한다. 정수장 위생과 관련된 평가기준(안)은 Table 3과 같이 일반분야 10개 항목으로 구성되며, 총 평가점수가 90점 이상인 경우 최우수, 80점 이상 90점 미만인 경우 우수로 판정한다.

Table 3. Evaluation criteria for sanitation management part

No.	Evaluation criteria	Points
1	WTP shall be classified into clean areas and general areas, and shall be separated from other facilities so that there is no inflow of pollutants.	0~5
2	The outdoor space of a building shall be controlled and managed to prevent pests from inhabiting (management of trees and grass, prevention of waterlogging, etc.).	0~10
3	Clean areas shall be sealed and blocked from the inflow of pests, and locking devices shall be installed and operated.	0~20
4	Facilities for preventing inflow and habitat of larvae (scum removal devices, sprinkler devices, wave generation devices, etc.) shall be installed and operated in flocculation basin and sedimentation basin.	0~12
5	Sediment basins shall be cleaned and cleaned regularly. In addition, after drainage, the remaining sludge on the wall, floor, hopper, etc. should be removed.	0~10

No.	Evaluation criteria	Points
6	The entrance to the clean area (excluding clearwell) shall be posted on how to wear clothes, equipped with simple changing facilities for personal hygiene management, and workers shall work after removing contaminated substances, etc. through washing or disinfection.	0 ~ 10
7	Walls, ceilings, doors, windows, etc. inside clean area facilities shall be made of materials such as water resistance, and there shall be no signs of condensation, leakage, or damage to the floor on the ceiling or walls. In addition, the interior lighting shall be kept above a certain brightness.	0 ~ 10
8	Pest management shall be carried out through hygiene management by installing bulkheads or coverings inside rapid filter and activated carbon adsorber.	0 ~ 10
9	It shall be conducted in compliance with the method of monitoring the larvae of the water purification plant.	0 ~ 10
10	Dewatering facilities, shall be installed and operated in a certain place isolated from water treatment facilities, and waste, etc. shall be treated and taken out in accordance with the management plan, and the management records thereof shall be maintained.	0 ~ 3

3.3.2 수돗물 안전관리 평가기준(안)

수돗물 안전과 관련된 평가기준(안)은 기본분야(비계량지표) 9개 항목, 일반분야(계량지표) 1개 항목 등 총 10개 항목으로 구성되며, 기본분야의 평가기준(안)은 Table 4와 같이 수돗물 안전관리를 위해서 반드시 지켜야 할 최소한의 항목으로 해당 항목은 적부로 판

단하고, 한 항목이라도 부적합한 경우에는 정수장 위생안전 인증에서 탈락하게 된다.

일반분야(계량지표)의 평가기준(안)은 Table 5와 같이 정수장의 최종 생산물인 여과수 탁도 평가를 통해 최우수 및 우수 등급으로 평가한다. 국내 수도법 시행규칙 제18조의2에서는 정수처리기준 등을 규정하고 있다. 정수처리기준 만족을 위한 탁도 기준은 4시간

Table 4. Evaluation criteria for safety management part (non-measuring index)

No.	Category	Evaluation criteria
1	tap water quality standards	Compliance with drinking water quality standards
2	water treatment technique standards	Compliance with the water treatment technique standards related to Article 28 of the Waterworks Act
3	response in case of deviation from the threshold standard	Establishment of limit standards (filtered water turbidity, etc.) and implementation of improvement measures in the event of turbidity spike
4	backwashing	Compliance with the backwashing method proposed in the Prevention and Response Plan for the occurrence of tap water larvae (MOE, 2021b)
5	calibration of automatic water quality measuring instruments	Whether the automatic water quality measuring instrument is maintained, repaired, and calibrated annually Whether the quality inspection is conducted according to the notification of type approval, precision inspection, etc. of environmental measuring devices
6	hygiene and safety standards for water supplies	Whether the hygiene and safety standards of water materials or products in contact with water among water facilities (excluding water intake, water storage, and water supply facilities) related to Article 14 of the Waterworks Act
7	quality control of chemicals such as coagulants	Whether quality control of water treatment chemicals (coagulants, disinfectants, etc.) is appropriate
8	operators	Whether the WTP operators are appropriately placed by facility size
9	occurrence of tap water larvae	Whether tap water larvae occur due to insufficient water treatment process



간격으로 1일 6회 측정된 통합여과수 탁도값이 매월 측정된 시료 수의 95퍼센트 이상이 0.3NTU(완속여과를 하는 정수시설의 경우에는 0.5NTU) 이하이고, 각각의 시료에 대한 측정값이 1NTU 이하일 것으로 규정하고 있다. 따라서 입자물질의 연속적 모니터링에서는 한계가 있는 상황이다.

Table 5에서 우수(good) 등급을 받기 위해서는 정수처리기준을 상회하는 통합여과수 탁도를 달성해야 하며, 최우수(excellent) 등급을 받기 위해서는 15분 간격으로 측정된 개별여과수 탁도에 대해 엄격한 기준을 적용하고 있다. 수도사업자는 위생안전 인증 취득과정을 통해 정수시설의 위생관리 수준과 여과수 탁도관리 수준이 한층 개선될 것으로 기대된다.

수중의 탁도는 부유물질과 콜로이드 물질 등에 기인한다(AWWA, 2010). 즉 탁도가 낮다는 것은 입자물질의 농도가 낮음을 의미한다고 볼 수 있다. 따라서

여과수의 탁도가 낮다는 것은 소형생물을 포함한 입자물질의 누출가능성이 낮음을 의미하나, 일정한 간격으로 탁도를 측정하는 특성상 소형생물 등의 이물질 누출가능성을 완전히 배제할 수는 없다. 이를 보완하기 위해서는 입자계수기(particle counter) 등의 추가 모니터링, Table 4의 4번째 항목인 역세척공정의 최적 운영 등이 필요할 것으로 판단된다.

여과수 탁도 평가기준은 미국수도협회(AWWA)의 PSW(partnership for safe water) Phase IV의 평가체계를 참조하여 설정하였다. PSW는 4단계(Phase I, II, III, IV)를 통해 정수처리 효율향상을 도모하고 있으며, 3단계와 4단계의 결과에 따라 2개 등급(Directors Awards, President and Excellence Awards)의 인증제도를 운영하고 있다. PSW의 최고 단계인 Phase IV에서는 Table 6과 같이 모니터링 수준, 개별 침전수 수질 목표 설정, 개별 여과수 수질목표(개별 여과수 및 통합

Table 5. Evaluation criteria for safety management part (measuring index)

No.	Category	Evaluation criteria		
		sampling period	performance goal	grade
10	Turbidity of filtered water	Combined Filter Effluent(CFE) Turbidity	6/D • 95th percentile CFE turbidity < 0.10 NTU(Membrane filtration plants < 0.05) • maximum CFE turbidity ≤ 0.30 NTU	good
		Individual Filter Effluent(IFE) Turbidity	4/H • 95th percentile IFE turbidity < 0.10 NTU(Membrane filtration plants < 0.05) • maximum IFE turbidity ≤ 0.30 NTU	excellent

Table 6. Turbidity optimization goals(AWWA)

Unit process	Goal description	Performance Goal
Sedimentation	Continuous, stable performance regardless of variation in raw water quality	95th percentile < 1.0 NTU for raw waters averaging 10 NTU or less, 95th percentile < 2.0 NTU for raw waters averaging >10 NTU. Precipitative softening plants are encouraged to adopt plant-specific goals for clarified/settled water turbidity.
Filtration— Combined Filter Effluent Turbidity	Continuous, stable performance regard less of variations in raw and settled water quality	95th percentile CFE turbidity < 0.10 NTU, maximum CFE turbidity ≤ 0.30 NTU. Membrane filtration plants are encouraged to adopt a 95th percentile CFE turbidity goal of ≤ 0.05 NTU.
Filtration— Individual Filter Effluent Turbidity	Continuous, stable performance regard less of variations in raw and settled water quality	95th percentile IFE turbidity < 0.10 NTU, maximum IFE turbidity ≤ 0.30 NTU. Membrane filtration plants are encouraged to adopt a 95th percentile turbidity goal of ≤0.05 NTU for each isolatable membrane unit.
Filtration Back-wash Recovery		With filter to waste: return to service when turbidity <0.10 NTU. Without filter to waste: maximum backwash recovery period of 15 min to return filter effluent turbidity to <0.10 NTU.

여과수 탁도, 역세척 직후 초기 탁도 기준 등) 설정, 소독능 기준 등에 대한 가이드라인이 있다 (AWWA, 2022).

4. 결 론

수돗물은 모든 소비자에게 언제 어디서 깨끗하고 안전하게 공급되어야 한다. 이를 위해서는 수돗물 생산과정에서 오염물질과 소형생물의 유입을 최대한 차단하고, 오염된 유입물질은 정수처리 공정에서 안전한 수준으로 제거 또는 불활성화되어야 한다. 수돗물 생산과정에서 오염물질 유입 차단을 위해서는 ‘정수장 위생관리’ 강화가 필요하며, 수돗물 생산과정에서 오염물질의 확실한 제거를 위해서는 ‘수돗물 안전관리’ 강화가 필요하다. 즉 정수장 위생 및 안전관리 강화가 필요한데 이를 평가할 수 있는 제도가 바로 정수장 위생안전 인증제도라고 할 수 있다. 정수장 위생안전 인증제 도입을 통해 위생 및 안전관리가 미흡한 정수장에 대해서는 지속적인 개선을 유도하고, 양호한 정수장에 대해서는 인센티브를 제공함으로써 수도사업자에게 정수장 위생안전 개선을 위한 지속적인 동기부여가 가능할 것으로 판단된다. 본 제도 도입을 통해 궁극적으로는 수돗물 생산 전(全) 과정에서 오염물질의 유입을 사전에 차단하고 최고의 수돗물을 생산하는 정수장에 대해 인증함으로써 위생적인 수돗물 생산공정관리와 고품질 수돗물 생산체계 강화를 통해 국민의 수돗물 신뢰도를 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 또한 정수장 위생안전 인증제가 정착되면 정수장에 한정하여 제안된 본 제도를 수돗물 생산부터 수도꼭지까지 수돗물 생산 및 공급 전 과정으로 확대하는 것이 바람직하다.

사 사

이 논문은 2022학년도 제주대학교 교원성과지원사업에 의하여 연구되었음.

References

- AWWA(American waterworks association). (2022). www.awwa.org/Resources-Tools/Programs/Partnership-for-Safe-Water (December 21, 2022).
- AWWA. (2010). *The Water Dictionary*, 2nd Ed., 페이지?
- JSSGP(Jeju special self-governing province). (2021a). Report of epidemiological investigation on tap water larvae at Gangjeong WTP.
- JSSGP. (2021b). 2nd report of epidemiological investigation on tap water larvae at Gangjeong WTP.
- KATS(Korean agency for technology and standards). (2023). www.kats.go.kr (January 4, 2023).
- KSA(Korean standards association). (2022). www.ksa.or.kr. (December 21, 2022).
- MFDS(ministry of food and drug safety). (2022). www.mfds.go.kr. (December 21, 2022).
- MOE(ministry of environment). (2020a). All-out response to the nation's tap water safety management (press release).
- MOE. (2020b). Comprehensive measures for tap water sanitation management.
- MOE. (2021a). Final report on the introduction of sanitation and safety certification system for WTPs.
- MOE. (2021b). Preventing and responding methods to the occurrence of tap water larvae.
- MOE and IMC(Incheon metropolitan city). (2020). Final report of expert investigation team on tap water larvae at IMC.
- USEPA. (2006). *A Water Security Handbook*.
- WHO. (2005). *Water Safety Plans*.
- WHO and IWA. (2009). *Water Safety Plan Manual*.