

토양건강성을 고려한 정화토 재활용을 위한 제도 개선

김민철¹ · 박용하¹ · 천미희^{1*} · 정명채² · 김정욱²¹(주)국제환경정책연구원²세종대학교 지구자원시스템공학과

Management Strategies to Improve Recycling of Remediated Soil with Sustained Soil Health

Kim Mintchul¹ · Park Yongha¹ · Chun Mihee^{1*} · Jung Myungchae² · Kim Jeongwook²¹Universal Environmental Policy Institute, Gyeonggi-Do 14059, Korea²Department of Energy Resources and Geosystem Engineering, Sejong University, Seoul 05006, Korea

ABSTRACT

This review examined the current administrative policies and guidelines for management of reclaimed soils after remediation processes and proposed practical strategies to improve the potential value of the remediated soil as a resource. Three management practices are proposed to facilitate more efficient recycling of remediated soil; obligatory use, quality certification, and tracking of the remediated soils. If properly implemented in utilization of remediated soil, these strategies could contribute to enhancing public safety by assuring soil quality. Such administrative tools, for both suppliers and demanders, are expected to mitigate potential risks associated with the transactions of remediated soil. To enhance the quality assurance process, a soil quality certification combined with the soil health assessment index was proposed. The systematic integration of the suggested practices with soil health assessment can allow to produce optimal results, encompassing affordability, efficiency, and accessibility, which helps establishing more robust 'Remediated Soil Recycling Management System (RSRMS)'. Subsequent researches should be conducted to develop more effective policies that incorporate soil health assessment tools. The proposed management practices for remediated soil, coupled with soil health assessment, can be a pioneering effort to achieve such goals. By fostering an environmentally friendly policies, the sustainable utilization of remediated soil can be attained. Overall, the proposed strategies can provide a sound framework for responsible and sustainable soil management practices.

Key words: Remediated soil, Management system, Recycling, Soil health

1. 서 론

국내의 오염토양은 매년 500만 톤(3,125,000 m³) 이상 발생하고 있으며, 토양환경보전법에 따라 정화되고 있다 (Han et al., 2020). 1995년 토양환경보전법 제정 시부터 현재까지 오염토양은 오염부지 내에서 정화하여 정화된 토양은 그 자리에 되메우는 것을 원칙으로 하고 있으나,

최근에는 특수한 경우로 제한되었던 반출정화 요건이 사회여건 변화에 따라 크게 완화되어 왔다. 환경부에 따르면 반출된 오염토양은 2005년 5,085 m³에서 2016년 575,814 m³으로 약 10년 사이 100배 이상 증가하였고, 그 이후에도 지속적으로 증가하는 추세이다(Ministry of Environment, 2020). 정화토는 「토양환경보전법」 제15항 4항에 따라 부지내 정화의 경우에는 전량 정화부지에서 되메움하고, 반출정화의 경우에는 토양오염 우려기준에 따라 적정 지역에 활용하고 있다. 그러나 현행법에는 정화토 활용에 대한 명확한 세부 규정이 없고 사후관리에 관한 지침도 마련되지 않아서 다양한 문제가 발생하고 있다. 이러한 사례로는 정화부지의 개발에 따른 되메움토 굴착 및 반입처리시설 정화토의 미흡한 사후관리 등으로 미오

주저자: 김민철, 원장

공저자: 박용하, 기획이사; 정명채, 교수; 김정욱, 연구교수

*교신저자: 천미희, 연구이사

Email: chm325000@gmail.com

Received : 2023. 08. 23 Reviewed : 2023. 09. 20

Accepted : 2023. 10. 18 Discussion until : 2023. 12. 31

염 지역으로 정화토가 이동할 경우 토양·지하수 환경에 유해한 영향 미치는 것 등이 있다.

환경부의 정화토 활용을 위한 정책 방향은 「제2차 토양보전기본계획(2020~2029)」에서 오염토양 치유 및 관리의 세부과제로 선정된 ‘반입정화시설 등의 정화토양 재사용 촉진’의 내용에서 확인할 수 있다. 그러나 토양자원으로서의 정화토 활용의 측면에서는 부지내 정화(on-site)의 되메움토를 포함한 전체 정화토에 관한 종합적인 관리 정책이 수립되어야 한다. 이러한 필요성에 따라 토양보원과 관련한 정화토를 토양자원으로 관리하고 활용범위를 확대하기 위한 연구가 진행되어 왔다. An and Jeong (2017)은 토양생태계 및 정화토 평가를 7단계로 구성된 토양건강성 관리체계를 제안하였으며, Park et al.(2023)은 토양건강성과 관련된 국내 400점 토양시료에 대한 생물, 물리, 화학적 인자의 분석자료를 이용하여, 토양건강성 지표를 선별하고, 점수화 및 토양건강성 평가시스템을 제안하였다. 또한 Kim and Bae(2023)은 정화완료 후 열화된 정화토의 토양건강성 회복을 위한 기술개발에 관한 연구를 진행한 바 있다. 본 연구에서는 정화토 활용 및 제도의 현황을 검토하고 토양건강성과 연계한 정화토 관리제도 수립 방안을 제안하고자 한다.

2. 연구 대상 및 방법

2.1. 토양정화

국내 토양정화업을 등록한 업체는 총 68개소이며, 이중 반입정화시설은 22개 업체에서 운영하고 있다(환경부고시, 2021년 12월 기준). 토양정화업체는 주로 수도권 지역인 경기(29.4%), 서울(26.5%)에 집중되어 있고, 반입정화시설도 경기(22.7%) 및 서울(18.23%) 업체가 많이 보유하고 있다(Fig. 1). 반입정화시설은 별도의 소재지에 설치할 수 있으므로(토양환경보전법 시행령 제17조의4), 대부분의 정화업체에서는 대규모 정화가 용이한 입지를 선정하여 소재지 시도에 추가 등록하여 운영하고 있다.

Ko et al.(2020)의 토양정화 실적통계에 따르면 최근 3년간(2017~2019년) 정화건수는 평균 4,800건, 오염토량은 평균 1,251,043 m³, 정화비용은 평균 288,728백만 원으로 집계되었다(Fig. 2).

오염토의 정화방법은 부지내 정화(on-site)의 경우 2017년에는 총오염량의 62.7%였으나 2019년에 38.5%로 감소하였으며, 부지외 정화(off-site)의 경우 2017년에는 총오염량의 11.5%였으나 2019년에 55.1%까지 증가하였다(Ko et al., 2020). 따라서 최근 오염토의 처리는 오염토량의

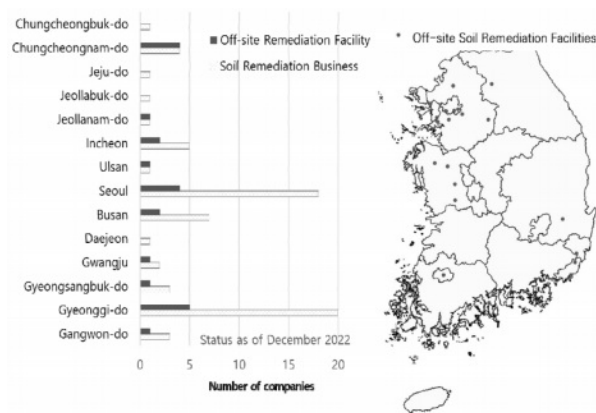


Fig. 1. Distribution of the off-site soil remediation facilities.

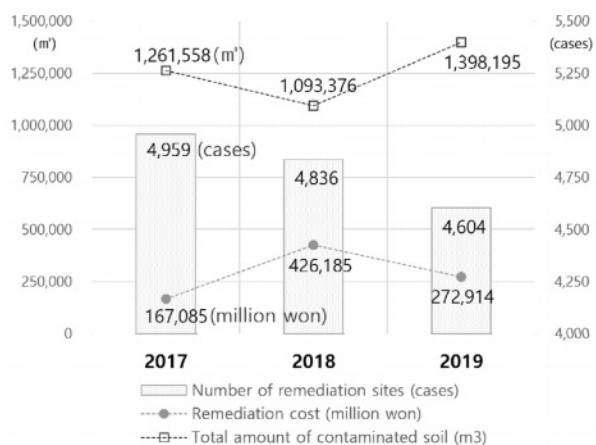


Fig. 2. Soil remediation market size (2017~2019).

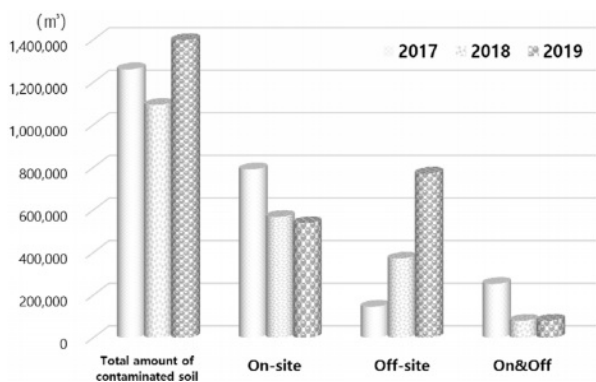


Fig. 3. Amount of remediated soil in the on-site and the off-site (2017~2019).

증감과 관계없이 부지의 정화(off-site)가 증가하고 있다(Fig. 3). 부지내외 처리는 동일 부지에서 부지내 정화와 반출정화가 함께 적용된 경우이다.

2.2. 정화토 활용 및 관리

반입정화시설로 유입된 오염토의 발생 지역¹⁾은 반출건수를 기준으로 2010~2014년(Hwang et al., 2014)에는 3지역(79.8%), 2지역(16.0%), 1지역(4.1%) 순서로 나타났으며, 2015~2019년(Jung and Kim, 2023)에도 3지역(80.8%), 2지역(15.2%), 1지역(4.0%)의 순으로 큰 변화가 없었다. 반입정화시설에서 생산된 정화토가 사용된 지역은 사용건수를 기준으로 2010~2014년(Hwang et al., 2014)에는 대부분 3지역(83.7%)에서 사용되었으며, 2015~2019년(Jung and Kim, 2023)에도 3지역(46.0%)이 가장 많았지만 1지역과 2지역에서도 각각 26.0% 및 28.0%가 사용되었다(Fig. 4). 이상의 결과에서 반입정화시설로 유입되는 오염토는 3지역이 가장 많고, 정화토 활용은 대부분 3지역에서 이루어지나 점차 1지역 및 2지역으로도 확대되는 것을 알 수 있다(Fig. 5).

반입정화시설의 정화토 사용용도는 토량을 기준으로 2010~2014년(Hwang et al., 2014)에는 주로 성토재(96.2%)로 사용되었으나, 2015~2019년(Jung and Kim, 2023)에는 성토재(49.4%) 뿐만 아니라 복토재(26.7%) 및 시멘트부원료(23.2%)로 활용 범위가 확대되었다. 그러나 정화토가 시멘트부원료로 활용된 사례는 단 1건으로 정화토는 주로 성·복토재의 용도로 사용되는 것을 알 수 있다.

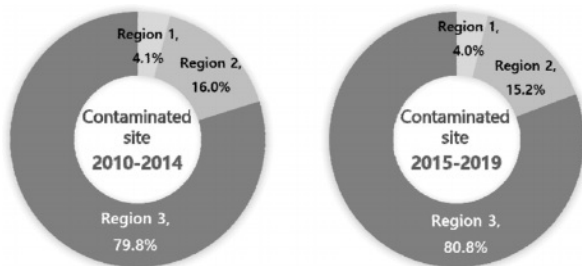


Fig. 4. The occurrence of the contaminated soil by land use.



Fig. 5. Utilization of remediated soil by land use.

국내 토양환경보전법에서는 정화토의 사용용도를 법적으로 규제하지 않으며, 정화토 재활용 기준에 관한 규정도 없다. 다만 토양환경보전법 제15조4항(오염토양의 투기금지 등)에 의해 ‘정화가 완료된 토양을 그 토양에 적용하는 것보다 엄격한 우려기준이 적용되는 지역의 토양에 사용하는 행위’를 금지하고 있으며, 환경부고시(제2013-63호)의 「오염토양 반출·정화 등에 따른 서류제출 시기 및 방법에 관한 규정」 제2조의2(정화처리자) 및 제4조(정화토양의 사용 및 인수·인계)에서 ‘성토재, 복토재 또는 토양개량제 등으로 활용’으로 예시하고 있을 뿐이다. 즉, 정화토 활용 가능 부지 및 용도는 토지용도에 따른 환경기준만 적용된다. 따라서 1지역의 오염토양을 정화한 경우에는 1지역뿐만 아니라 2지역 및 3지역으로 활용이 가능하며, 2지역의 오염토양을 정화한 경우에는 1지역을 제외한 2지역 및 3지역에 활용이 가능하다. 환경부에서는 반입정화시설의 정화토 활용을 촉진하기 위하여 반출 정화하는 오염토양의 정화기준을 1지역 기준으로 강화하는 방안을 계획하고 있다(Ministry of Environment, 2020).

2.3. 현행 정화토 사용의 문제점

현행 법제도에서 정화토는 토양정화 실적보고, 토양정화검증 실적보고, 반출오염토양 전산관리시스템에 의해 관리되고 있다. 토양정화 실적보고는 「토양정화업 등록·관리 업무처리지침(환경부예규 제701호)」에 의해 토양정화업자는 전년도 토양정화실적을 시·도지사에 보고하고, 시·도지사는 환경부장관에게 보고하도록 명시되어 있다. 이에 따라 매년 정화되는 오염토양을 환경부에서 집계하고 있으나, 현재의 실적보고 양식으로는 정화토량만을 별도로 파악할 수는 없다. 토양정화검증 실적보고는 「토양정화 검증방법에 관한 고시(환경부고시 제2020-46호)」에 의해 검증기관은 전년도 검증실적을 매년 시·도지사에게 보고하도록 하고 있다. 이러한 정화검증에 관련된 정보는 관할 관청에서만 파악할 수 있으며, 환경부에서는 별도의 집계를 하지 않고 있다. 반출오염토양 전산관리시스템은 「반출오염토양 전산관리시스템의 운영 및 사용 등에 관한 규정(고시 제2018-185호)」에 따라 오염토양을 반출·운반·정화 또는 사용 시의 토양 인수·인계서, 정화업체의 정보, 오염토양의 정화계획 및 규모, 정화토량, 폐기물량, 정화토의 사용용도 및 지목 등의 정보를 입력하고 있다. 이상의 3가지 방식으로 토양정화와 관련한 오염토양과 정화토량을 파악할 수 있으나, 현행의 서식으로는 토양정화에 의해 생성되는 정화토량의 정보는 반출오염토양 전산관리시스템에서만 확인할 수 있다. 정화토 활용이 어려운

1) 지역구분은 토양환경보전법 시행규칙 별표3에 의함

이유는 과거 오염토양에 대한 부정적 인식에 따른 낮은 수요, 발생시기와 발생량에 대한 정보교환 부재가 주된 원인이다. 이러한 문제를 해결하지 못하는 것은 정화토 재활용을 위한 구체적 규정과 관리시스템의 부재로 보고 있다(Shni et al., 2016).

3. 정화토의 활용 및 제도 개선

3.1. 정책개선 방향

환경부에서는 정화토양을 적극적으로 활용하기 위한 계획으로 정화토양의 재활용용도 마련, 품질인증제(반입정화시설) 도입, 목표관리제(공공사업장 등) 도입, 정보화 시스템 구축을 제시하고 있다(Ministry of Environment, 2020). 하지만 아직까지 구체적인 연구가 착수되지 않고 있다.

본 연구는 토양건강성을 고려한 정화토 재활용 촉진을 위한 정책 개선 방안을 제시하려는 것으로 이를 위한 제도 정비 및 관리시스템 구축을 제안할 것이다. 토양건강성을 고려한 정화토 재활용 정책의 주요 목적은 현행의 토양오염물질 위주의 관리방법을 개선하여 정화토의 양적 및 질적 관리뿐 아니라 토양건강성 관리를 동시에 수행함으로써 정화토를 토양자원으로 관리하는 것이다(Fig. 6).

정화토의 양적 관리는 주로 정화토량의 관리이며, 부지 내 되메움 정화토 및 반입정화시설의 정화토를 통합 관리함으로써 정화토 발생량과 이용량에 대한 정확한 정보를 보유할 수 있다. 정화토의 질적 관리는 토양정화의 품질 관리를 강화하고 미오염 지역에 사용된 정화토 모니터링 등을 통하여 정화토의 이력관리가 가능하다. 정화토의 토

양건강성 관리는 정화토 재활용용도의 범위를 확장하고 정화토 사용에 대한 부정적인 인식을 개선할 수 있다. 이상과 같은 정화토의 질적, 양적, 토양건강성 관리가 모두 충족되어야 실효적인 정화토 재활용 촉진이 가능할 것이다. 또한, 이러한 정화토 재활용 제도를 수립하기 위해서는 정화토의무사용제, 품질인증제, 목표관리제의 세부사항이 먼저 결정되어야 하며, 병행하여 정보화 시스템을 구축하여야 한다.

3.2. 정화토 재활용과 토양건강성

국내에서 토양은 정책적으로 자원으로서의 가치를 부여하고 표토관리 및 오염도관리를 수행하고 있다. 그러나 이러한 정책 관리의 일환인 정화토는 높은 정화비용의 투자에도 불구하고 다양한 원인으로 인하여 토양으로 적절히 재활용되지 못하고 있다. 정화토 재활용이 어려운 가장 주요한 이유가 과거 오염 이력으로 인한 부정적인 인식으로 오염물질이 기준 이하인 것만으로는 정화토의 재활용을 강제하기는 어렵다. 또한 사용할 의사가 있다하더라도 정화 과정에서 토양질의 열화가 발생한 경우라면 정화토의 사용범위는 한정된다. 이러한 경우에는 토양건강성 평가가 정화토 재활용을 위한 효과적인 수단과 방법으로 이용될 수 있다. 정화토의 토양건강성 평가는 다양한 활용이 가능하며, 필요한 경우에 필요한 범위로 한정할 수 있다. 토양건강성 지표를 활용하여 재활용 용도를 지정할 수 있으며, 재활용 용도에 적합한 열화의 개량도 고려할 수 있다. 이러한 정화토의 토양건강성 평가가 보편화된다면 정화토 사용에 대한 부정적인 인식 개선에도 도움이 될 것이다. 토양건강성 평가시스템은 An and Jeong(2017), Park et al.(2023) 등의 연구가 있다.

3.3. 정화토 의무사용제

정화토 의무사용제의 도입은 정화토의 공급과 수요의 불균형으로 인하여 발생하는 원활하지 않은 시장에서의 자율거래의 문제를 해소하고 안정적인 수요처를 확보할 수 있으며, 정화토의 무분별 이용으로 인해 발생할 수 있는 2차적인 환경오염을 방지할 수 있다. 정화토 의무사용제 정책의 주요 방향은 의무사용자 지정, 의무사용 용도 지정, 용도별 품질기준 지정으로 구분할 수 있다.

정화토 의무사용제 도입에서 가장 주요한 의무사용자 지정에 대해서는 정화가 수행된 부지의 오염토 굴착구간에 우선적으로 정화토를 매립하는 것을 원칙으로 하는 것이다. 토양오염을 야기한 오염원인자가 정화토를 타인 소유의 미오염 부지에 사용토록 하는 것보다 오염토를 발생

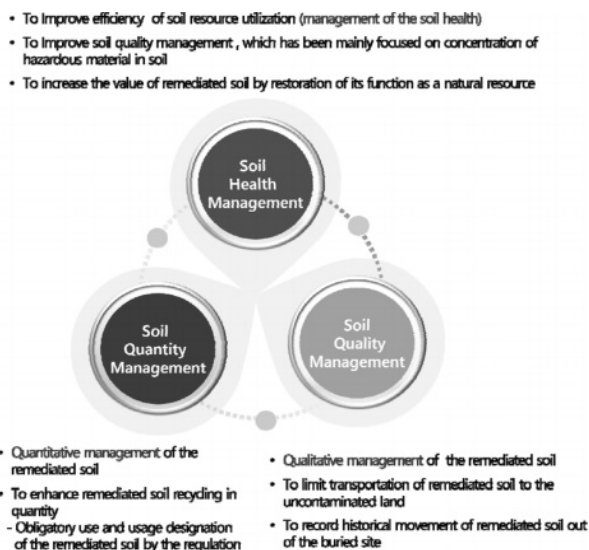


Fig. 6. Remediated soil management coupled with soil health.

시킨 자로 하여금 정화토를 해결하도록 하는 것이 합리적이다. 현재 부지내 정화에서는 이러한 원칙을 적용하고 있으므로, 반출정화를 위하여 오염토를 굴착한 구간에 되메움하도록 제도화하는 것은 형평성 측면에서도 바람직하다. 오염부지 내에서 정화토를 사용하도록 한다면, 정화토 사용자는 반입되는 정화토에 대해 엄격한 검사와 적절한 품질을 요구하게 될 것이며, 정화업체는 이러한 요구를 맞추기 위하여 정화토의 품질 관리를 위해 노력하게 될 것이다. 또한, 정화토는 오염물질을 일정 수준으로 포함하는 경우가 많으므로 토양오염물질의 공간적 확장이 발생할 수 있는 미오염 지역의 매립보다는 오염부지 내의 매립이 국가적 차원의 토양 관리에도 유리하다. 정화토 의무사용자의 지정을 위하여 우선 일정 규모 이상의 국가주도 정화사업을 선정하여 시범사업을 실시한 후 결과를 분석하여 민간으로 확대한다면 체계적인 제도 구축에 도움이 될 것이다.

의무사용 용도 지정은 정화토 의무사용자 및 정화공법에 따라서 용도 지정 방안을 모색할 수 있다. 예를 들면, 정화토 의무사용자에 대한 용도 지정의 경우, 의무사용자(즉, 반출정화를 실시한 부지의 정화책임자)에게 정화토를 오염토 굴착 구간의 되메움토로 우선적으로 사용하도록 하고(예, 의무사용 70% 이상), 되메움이 필요하지 않는 경우에는 지자체에서 부지개발 설계서의 토양 이동량 산출내역에 근거하여 사용비율을 조정하게 할 수 있다. 이와 병행하여 공공건설공사를 대상으로 건설공사 의무사용자를 지정하여 성토재, 복토재 및 도로기층재 등으로 정화토가 장기간 지표에 노출되지 않는 용도로 우선 사용하게 할 수 있다(예, 의무사용 40% 이상).

용도별 품질기준 지정을 위해 공법별 정화토를 순환골재 기준으로 검토한 결과 다양한 용도로 사용 가능하다(Table 1). 그러나 정화토는 유기성, 무기성, 유·무기 복합성 오염물질이 일정 수준 포함되기도 하므로 이를 고려한 용도 기준이 필요할 수도 있다. 예를 들면, TPH 등과 같은 유기성 토양오염물질의 정화토는 자연분해능을 고려하여 시간의 경과에 따라 농도가 개선될 수 있는 용도로 주로 사용하도록 지정할 수 있다. 한편, 중금속 등이 포함된 무기성 토양오염물질의 정화토는 중금속 용출의 가능성을 고려하여 정화토 매립 인접지점에 관측정을 설치하여 일정 기간 지하수 수질모니터링을 실시하게 하는 용도 기준을 설정할 수 있다. 또한, 토양건강성 평가시스템을 활용한다면 현재 지역으로 한정되어 있는 정화토 활용 범위를 지역에 관계없이 성·복토재 및 농경지 토양으로 확대할 수도 있을 것이다. 이를 위해서는 토양건강성 평가

Table 1. Potential usage of remediated soil according to remediation alternatives

Remediation Alternatives	Potential usage
Soil Washing	• For filling material, landfill capping soil, backfill for underground utilities, backfill, foundation or anti-frost layer of roads, lean mix concrete (sand)
Landfarming	• For fill, cover, backfill
Thermal desorption	• For fill, cover, backfill

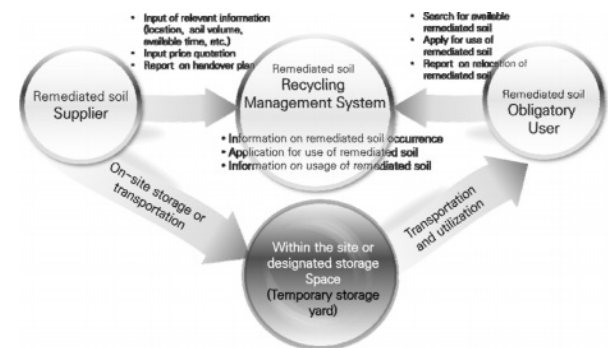


Fig. 7. The obligatory use management of remediated soil in the remediated soil recycling management system.

로 용도에 따른 재활용 수준을 결정하고, 필요한 경우에는 토양건강성 회복기술을 적용하는 등 정화토를 다양한 용도로 활용할 수 있도록 유도하는 정책수립이 필요하다.

정화토 의무사용제가 효율적으로 운영되기 위해서는 정화토 공급 및 수요 정보가 실시간으로 공유되어 정화토의 유통이 용이하여야 한다. 따라서 정화토 의무사용제의 도입을 위해서는 정화토 관리를 위한 전산시스템(이하 ‘정화토재활용 관리시스템’)과 정화토 유통을 위한 야적장(이하 ‘정화토 임시보관장’)의 구축이 선행되어야 한다. 특히, ‘정화토재활용 관리시스템’은 정화토의 의무사용제 뿐만 아니라 목표관리제 및 품질인증제의 도입을 위해서도 반드시 필요하다. 정화토 공급자와 의무사용자의 상호 정보 공유 및 거래가 가능하도록 ‘정화토재활용 관리시스템’을 구축하고, 정화토 유통이 ‘정화토 임시보관장’에서 이루어진다면 국가 차원의 체계적인 정화토 관리가 가능할 것이다(Fig. 7).

정화토 활용 관리시스템은 환경부에서 현재 운영하고 있는 ‘반출오염토양 전산관리시스템’에 연계하여 구축하는 것이 경제성, 효율성, 접근성 측면에서 별도의 전산시스템을 구축하는 것보다 장점이 많다(Table 2).

공공기관의 웹사이트 개발 및 운영의 준수 기준과 관련 사항(규정)을 종합적으로 제공하고 있는 ‘행정·공공기관 웹

Table 2. Comparison for development of the recycling management system between new and reconstruction

System	Advantages and Disadvantages
Modification of the existing system	<ul style="list-style-type: none"> • No need for additional system operator • Having long operation experiences • Familiar to access for site owner and concerned stakeholders • Accessible mainly to system operators • System modification is necessary for a real-time data management and so on
Development of independant system with the existing one	<ul style="list-style-type: none"> • Friendly for the remediated soil users • Easy to add the necessary modules for data management • Requiring additional system operators • Some modules might be overlapped with the existing system

사이트 구축·운영 가이드(2021)’에서는 행정기관 등의 대민 웹사이트 총량을 정하고 총량 범위에서 웹사이트를 운영하도록 명시하고 있다. 규정에 따라 각 기관별 웹사이트 총량 파악 후 매년 10% 이상 감축을 의무화하고 있으므로 별도의 전산시스템 구축은 쉽지 않을 것이다. 따라서 현재 운영 중인 반출오염토양 전산관리시스템을 개선하여 정화토의 품질, 공급량, 재활용 가능용도, 토양건강성 등의 정화토 정보 및 정화토 사용 요청 등을 실시간 공유하여 온라인에서 거래가 이루어지도록 유도하고, 정화토 목표관리제 및 정화토 품질인증제를 관리하는 지자체 등의 행정관리자도 실시간으로 정보 공유를 통하여 종합적인 관리가 가능하도록 구축하는 것이 바람직하다.

정화토 유통은 공급자와 사용자 사이의 적정한 운반거리에서 이루어져야 운반비용 등에서 상호 불이익이 최소화되어 원활한 정화토 거래가 이루어질 수 있다. 이를 해결하기 위한 하나의 방안으로 특정한 장소에 정화토 임시 보관장의 설치를 고려할 수 있다. 하지만 정화토 공급자 및 사용자가 자체적으로 부지를 확보하여 정화토 유통을 위한 보관장을 설치한다는 것은 경제적인 측면을 고려할 때 결정하기 어렵다. 국가적 차원의 토양 관리의 일환으로 정화토 재활용 제도를 수립하고자 한다면, 정화토 재활용 촉진을 위해서 국가 지원에 의해 적정 부지를 마련하고 관리자를 지정해 운영하는 방안도 검토할 수 있을 것이다. 정화토 임시보관장은 사후관리 중인 매립종료 공공매립지 또는 공공매립지 인근 부지를 우선 검토할 수 있으며, 장항제련소 매입구역, 유희 국유지 등도 포함하여 운반비용을 최소화할 수 있도록 정책적으로 지원하는 방안도 수립할 수 있다.

3.3. 정화토 목표관리제

정화토 목표관리제 도입은 정화토의 재활용 현황의 점검 및 정책 집행의 적정성을 진단해 효율적인 정화토의 양적관리 정책을 구현하는데 있다. 환경부가 전국 정화토

활용 현황을 토대로 토양관리 정책을 적절히 수행하려면 지자체가 수집·보관하고 있는 정화토 발생량과 이용량의 정보를 분석하여 정책시행 효과를 평가한 후 평가결과를 정책에 반영하는 체계적 관리가 이루어져야 한다. 이러한 실행에는 구체적인 행정 절차의 마련이 필수적이며, 가장 우선되어야 하는 것은 정화토에 관한 정보 수집이다. 이를 위해서는 지자체가 공공 및 민간의 정화토 공급자 및 사용자가 보고하는 정화토 사용내역을 관리할 수 있는 전산시스템이 필요하며, 앞서 언급한 정화토재활용 관리시스템에 통합하여 구축한다면 행정력을 크게 추가하지 않으면서도 효과적으로 관리가 가능할 것이다. 정화토 목표관리제를 운영할 때 가장 주요한 사항은 지자체 및 환경부(국립환경과학원) 행정관리자의 역할일 것이다. 지자체에서는 전산시스템의 입력정보(토량, 용도 등)를 검증하여 정보입력자에게 수정을 요구하고 실시간으로 활용 현황을 파악하여 정보의 오류가 없도록 관리하고, 전산시스템을 관할하는 국립환경과학원에서는 매년 정화토 관련 정보(정화토의 발생 및 이동, 의무사용량 및 이행을 등)를 통계적으로 분석한 정보를 환경부와 공유하여 토양관리 정책에 반영하여야 실효성 있는 제도로 정착할 수 있다. 또한 정화토 재활용 제도의 실효성을 결정하는 사항은 공유하는 정보의 정확성이다. 따라서 전산시스템에 입력된 정보를 검증하기 위한 방안이 마련되어야 한다. 정화토 공급자에게는 전산시스템에 관련 정보를 입력하고 해당 입력번호를 정화완료보고서 및 정화토반출신고서에 기재하도록 하고, 정화토 의무사용자에게도 전산시스템에 관련 정보를 입력하고 보고서 등을 통하여 지자체에 보고하도록 하는 한편, 되메움토(매립정화토)의 이동이 발생할 경우에도 지자체에 관련 내용을 신고하고 전산시스템에 입력하게 한다면 지자체에서도 입력된 정보의 검증이 용이할 것이다.

정화토 목표관리제와 의무사용제는 동일한 전산시스템으로 운영되므로 현행의 보고 항목을 세분하여 전산시스

템을 구성한다면, 의무사용제의 행정적 사후관리에 활용할 수 있다. 예를 들면, 오염물질 및 농도는 오염물질별로 농도 범위를 기재하고, 오염토량은 오염물질별 및 적용공법별로 세분화하고, 정화토량은 발생량 및 재활용 토량 규모를 기재하고, 정화토 재활용 계획에는 정화토의 사용량, 사용용도(사용 일시, 평면 및 심도 범위 등) 및 주소지 외에 GPS를 활용한 도면을 첨부하게 하는 등 의무사용제의 이행 사항을 점검할 수 있는 항목을 추가한다면, 정화토 의무사용제의 사후 점검 및 평가는 물론 전국적으로 정화토의 이력 관리가 가능할 것이다.

3.4. 정화토 품질인증제

정화토 품질인증제의 도입은 정화토 품질에 공적 신뢰성을 부여함으로써 정화토 품질향상을 유도하여 정화토 재활용을 촉진하는 동시에 정화토 사용으로 인해 발생할 수 있는 갈등을 최소화할 수 있다. ‘토양정화 검증방법에 관한 고시(환경부 제2020-46호)’에 따라 실시되는 토양정화검증은 현행법상 정화토 품질을 확인하는 유일한 수단으로 정화완료에 대한 행정적 수용의 근거이다. 그러나 현실적으로는 그 결과의 적정 여부를 판단할 견제 장치가 없으므로 정화토 사용자는 정화검증 과정의 오류나 검증 결과의 왜곡 등 정화토 품질의 불확실성으로 인한 경제적 손실이 발생할 수 있다. 또한 정화토 사용자의 입장에서는 정화토를 사용할 지역 및 용도에 따라 확인되어야 하는 오염물질의 종류 및 기준이 다르고, 토양질의 확인을 위해 추가적인 분석항목이 필요할 경우도 있다. 따라서 정화토 품질인증제의 도입은 최소의 비용으로 정화토 사용자의 불안감을 해소하고 행정적 보호를 할 수 있는 장치가 될 것이다.

현행법에서는 정화토의 사후관리제도가 없으므로 비용 부담이 크지 않다면 토양정화 과정에서 토양질을 적절한 수준으로 회복시키는 것이 토양자원 관리 차원에서 바람직하다. 정화토의 토양질 회복 수준은 토양건강성 평가지표의 등급 및 점수를 활용하여 결정하고(Park et al., 2023), 정화토 품질인증서에 토양건강성 평가에 대한 토양질의 적합성을 기재하여 정화토 재활용의 범위를 넓힐 수 있다. 이러한 토양질을 고려한 정화를 확대하기 위해서는 우선 대규모의 정화토가 발생하는 정화사업에서 실시하도록 하고, 정화토의무사용자가 사용하는 정화토에 한해서 토양건강성 지표에 의한 토양질 수준을 표기한 품질인증서를 발급하면서 단계적으로 확대하는 것이 바람직할 것이다.

정화토 품질인증서는 정화토 거래 등으로 정화토가 이

동할 경우에 요구되는 사항이다. 따라서 부지 내에서 정화하여 되메운 정화토는 별도의 품질인증이 필요하지 않지만 되메움을 포함한 모든 정화토의 이동이 발생하는 경우에는 정화토 품질인증서 발급 대상이라는 원칙을 세우고 예외조항(예, 일정규모 이하의 정화토 등)을 두는 것이 바람직하다. 물론, 정화토 공급자의 입장에서는 정화완료검증서가 있으므로 품질인증서의 발급은 이중 부담으로 작용할 수 있지만 정화검증서의 오염물질 이외의 항목을 확인하고자 하는 정화토 사용자의 요구가 강하다면 이를 수용할 수 밖에 없다. 정화토의 품질인증과 관련된 내역은 의무사용제 및 목표관리제와 마찬가지로 동일한 전산시스템을 활용하여 정보화할 수 있다. 우선 정화토를 이동하려는 자는 품질인증서를 정화토 사용자에게 제시하고 이동이 완료된 후에는 이동내역 및 품질인증서 발급에 관한 사항을 전산시스템에 입력하여 지자체에 신고하도록 하고, 정화토 사용자는 이러한 내역을 전산시스템으로 확인하고 내역이 다른 경우 지자체에 신고하여 수정이 가능하도록 한다면, 정화토의 품질인증과 관련된 내역을 공유할 수 있다.

또한, 정화토 품질인증서 신청 및 발급과 관련하여 품질인증서를 발급하는 기관을 별도로 지정하는 것은 실효성이 없다. 따라서 해당 정화토의 정화검증에 참여하지 않은 토양오염조사기관이 발급하도록 하는 것이 현실적인 방안이다. 예를 들면, 품질인증기관은 정화검증보고서의 토양시료 채취의 위치, 수량 및 토양오염물질 농도를 검토하고 정화토가 법적기준을 충족하는지 여부를 통계적(95% 신뢰도)으로 확인하도록 한다. 이를 위해서는 현행 ‘토양정화검증 결과보고서(환경부고시 2020-46호 별표 2)’의 내용에서 잔류 오염물질에 의한 토양 및 지하수 영향 평가 등에 관한 항목 추가가 필요할 수도 있다. 품질인증 항목은 사용자가 요구하는 토양오염물질 오염도와 토양건강성평가 항목으로 구성할 수 있다(Fig. 8).

품질인증서의 발급비용은 수익자 부담원칙에 의거하여 정화토 제공자 또는 인증 신청자가 지불하는 것이 적절하다. 품질인증서의 발급에 과도한 비용이 소요되지 않도록 기존 자료(토양정밀 조사보고서, 토양정화 검증보고서 등)를 활용하여 시료채취 및 분석 비용을 최소화할 필요가 있다. 한편, 정화사업비 중의 품질관리비에서 품질인증서 발급비용이 정산되도록 하고 공공기관에서는 정화사업 설계지침에 반영되도록 한다면, 정화토 품질인증제도의 조기 정착에 도움이 될 것이다.

정화토 품질인증 유효기간은 정화토 품질에 대한 갈등이 발생되었을 경우, 책임 구분의 시점을 명확히 하는 장치가

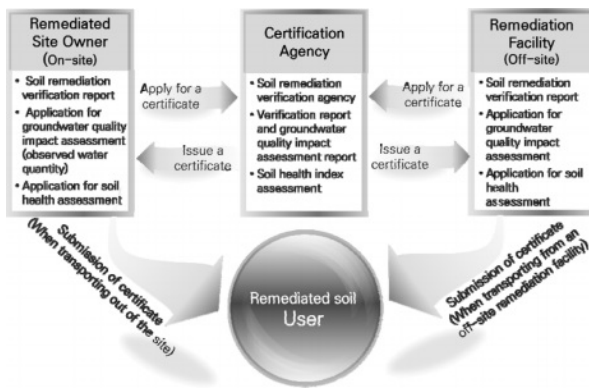


Fig. 8. Procedure for the quality certification of remediated soil.

다. 반입정화시설에서 발급되는 정화토 품질인증서 유효기간은 정화토 보관이 장기화되는 경우, 현장에서 발생될 수 있는 추가 오염에 의한 품질 변화를 품질인증기관이 보증하기 어렵다. 또한, 정화완료부지의 되메움 정화토가 이동하는 경우에도 이동된 후 일정 기간이 경과되면 오염에 노출될 수 있다. ASTM(American Society for Testing and Materials)의 토양환경평가 규정에서 평가의 유효기간을 보고서 작성 후 180일로 제시하고 있고, 이 기간 내에 면담조사와 환경담보권에 대한 조사, 관할 행정기관의 기록 검토와 현장방문을 통한 확인조사를 거친 후 환경전문가가 그 내용을 인정할 경우 1년까지 유효기간을 연장하도록 하고 있다(Ministry of Environment, 2007). 이러한 검토에 따라 정화토의 품질인증 유효기간은 발급일로부터 6개월이 적절할 것으로 판단되나 현장 상황을 고려한 기간 연장도 검토할 수 있다.

정화토 재활용에서 가장 큰 문제는 토양오염물질의 오염도 적정성에 관한 것이다. 토양오염도는 채취된 시료에 제한되는 것이며, 토양의 불균질에 의한 시료채취 및 분석의 오류 가능성으로 인하여 완벽한 품질관리 하에서도 이러한 문제를 완벽하게 해소하는 것은 기술적으로 불가능하다. 따라서 품질인증서 발급과정에서 오염도가 추가로 발견되는 경우를 대비하여 책임소재와 행정절차에 대한 규정하고 제도를 운영하여야 할 것이다.

4. 결 론

본 연구는 정화토를 토양자원으로 관리하고 합리적인 재활용을 촉진하기 위하여 토양건강성을 고려한 법제도 정비 방안과 정화토 관리시스템 구축을 검토하였다.

정화토 재활용의 효율적인 촉진을 위해서는 정화토 의무사용제도, 정화토 품질인증제도 및 정화토 목표관리제

도가 서로 유기적으로 통합·운영되어야 효과를 기대할 수 있다. 정화토 의무사용제도의 도입은 정화토의 재활용 대상을 지정하여 의무사용하게 함으로써 고비용이 투자된 정화토의 자원 활용 정책 구현을 가능하게 할 것이다. 정화토 목표관리제도는 정화토의 양적 관리를 위한 방안으로 행정관리자의 역할이 주요하며, 정화토 사용 신고내역의 분석을 통해 정화토 재활용 정책 효과의 검증도 가능할 것이다. 한편, 정화토 품질인증제도의 도입은 현재 오염농도 및 지역 규제에 의해 제한된 재활용 용도를 가진 정화토를 다양한 용도에 재활용되도록 촉진하고, 오염농도가 우려기준 미만이지만 정화토의 잔류농도 및 정화과정에서 토양의 생물·물리·화학적 성상 변화로 인한 정화토 재활용의 제약도 개선할 수 있다. 이러한 정화토 재활용 촉진을 위한 제도 도입에서 가장 핵심적인 사항은 정화토 공급자와 정화토 이용자가 정화토 거래로 인한 상호리스크를 최소화할 수 있도록 정화토 품질에 대한 공적 신뢰성을 부여하는 것이다. 이를 위해서 토양건강성 평가지표를 활용한 품질인증제도를 제안하고, 의무사용제도와 목표관리제도에 연계될 수 있도록 ‘정화토 재활용 관리시스템’을 구축하는 것이 필요하다. ‘정화토 재활용 관리시스템’은 현재 운영 중인 ‘반출오염토양 전산관리시스템’에 토양건강성평가를 연계하여 구축하는 것이 경제성, 효율성, 접근성 측면에서 가장 바람직하다. ‘정화토 재활용 관리시스템’ 구축 시에 가장 주요하게 고려한 사항은 정화토 공급자, 검증기관 및 정화토 사용자의 실시간 정보공유이며, 이를 위해서는 현재의 전산시스템 변경이 필요하다.

이상과 같이 본 연구에서 제안한 토양건강성을 고려한 정화토 재활용 및 제도 개선을 위해서는 우선 토양건강성 평가지표 활용에 대한 정책 목표가 수립되고, 정책 개발을 위한 연구가 선행되어야 할 것이다. 또한, 제안된 제도 도입 및 시스템 구축은 세부적인 연구를 통해 단계적으로 수립하는 것이 바람직하다.

사 사

본 논문은 환경부의 재원으로 환경산업기술원(KEITI)의 사업지원금을 받아 수행되었다(과제번호 2020002480004).

References

- An, Y.J. and Jeong, S.W., 2017, Development of soil health assessment technology for heavy metal contaminated soil after physicochemical treatments, KEITI, Ministry of Environment.

- Han, S.H., Jung, M.C., Kim, J.W., Jeon, S.W., Nguyen, Q.T., Yoon, K.W., and Min, S.K., 2020, The occurrence and treatment status of off-site contaminated soils in Korea, *J. Soil Groundwater Environ*, **25**(4), 1-6.
- Hwang, S.I., Moon, H.J., Ki, B.M., and Yoon, S.J., 2014, A study on promotion of recycling of cleaned soil and improvement of management system on off-site remediation, 50-52, KEI.
- Jung, M.C. and Kim, M.C., 2023, Establishment of clean-up soil recycling management system linked to soil health, KEITI, Ministry of Environment.
- Kim, S.H. and Bae, B.H., 2023, Field application of technologies for the recovery of soil health and establishment of its guideline, KEITI, Ministry of Environment.
- Ko, I.W. et al., 2020, Statistical study on the technology and industry of the soil and groundwater and improvement measures of collection and utilization of the related information, 61-63, KEITI.
- Ministry of Environment, 2007, Guideline for the remediation technologies of contaminated soil, NO.11-1480000-000841-01, 1-214.
- Ministry of Environment, 2009, Study on the management of the off-site remediated soils, 1-195.
- Ministry of Environment, 2020, The 2nd soil conservation master plan (2020~2029), 74-75.
- Ministry of the Interior and Safety, 2021, A guide to the website development and operation for its for owners and managers in the government and public organizations 1-214.
- NIER, 2021, Understanding and operating of the off-site remediated soil management system, 1-73, Ministry of Environment.
- Park, Y.H. et al., 2023, Development of soil health assessment system for contaminated and remediated soil, KEITI, Ministry of Environment.
- Shni, K.H. et al., 2016, Study on recycling and quality certification of the remediated soil, 22-23, KEITI.