

기록매체에 대한 제도 개선 방향 연구

- 전자기록물을 중심으로 -

A Study on the Improvement of Archives Acts and Standards Related to Recording Media of Electronic Records

조 이 형 (Yi-hyung Jo)*

이 관 용 (Kawn-Yong Lee)**

김 영 주 (Young-Joo Kim)***

목 차

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1. 서 론 | 3. 기록매체 관련 법령 등 제도의 개선 방향 |
| 1.1 연구 필요성 및 목적 | 3.1 기록매체 개념의 명확화 |
| 1.2 연구 범위 및 방법 | 3.2 기록매체 종류의 확대 |
| 2. 기록매체 관련 제도의 현황과 문제점 | 3.3 기록매체 고려요소의 조정·보완 |
| 2.1 기록매체 개념의 불명확성 | 3.4 기록매체 선택시 비교 기준표 작성 |
| 2.2 제한적인 기록매체의 종류 | 3.5 기록매체의 효율적인 점검·관리 방안 |
| 2.3 기록매체 선택 기준의 구체성 결여 | 4. 결 론 |
| 2.4 기록매체 관리체계의 미흡 | |

<초 록>

정보량의 빅뱅, 전자기록물의 대량 생산, 다양한 기록매체의 출현 등 급변하는 기술변화 환경 하에서 안정적인 전자기록 관리체계 구축·운영을 위해서는 적극적으로 관련 기술 흐름과 발전 방향을 이해하고 준비·대응해나가는 것이 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 우선 현재 기록매체와 관련된 기록관리 법령과 표준 등의 미비점을 도출하였다. 제도의 개선 방향을 모색하고자 기록매체와 관련된 기술 현황과 기록매체의 수명과 관련된 연구 결과들을 분석하는 동시에 미국, 영국 등 해외 사례들을 살펴보았다. 이와 같은 분석 결과를 바탕으로 본 연구에서 기록매체 종류의 확대, 기록매체 선택 요소의 수정·보완, 기록매체의 효율적인 관리 방안 등 제도적인 개선 방향을 제시하였다.

주제어: 전자기록물, 기록매체, 전자기록관리체계, 기대 수명, 매체 선택 지침

<ABSTRACT>

It is very important to understand changing technological environment such as information big bang, mass production of electronic records, and emergence of many storage media for the sake of promoting reliable electronic records management system. This study examined the insufficiency of current archives acts and standards, and compared to recording storage media and related technologies. Through these analyses, this paper proposes the revision of archives acts and standards such as the expansion of types of media, the elaboration of guidance for media selection, and the efficient maintenance plan for recording media.

Keywords: electronic records, recording media, electronic records management system, life expectancy, selection guidance for media

* 국가기록원 연구관, 연세대학교 공과대학 정보저장공학 박사과정(joyihyung@yonsei.ac.kr)

** 연세대학교 공과대학 정보저장공학 박사과정(gladiator9@yonsei.ac.kr)

*** 연세대학교 공과대학 기계공학부 정보저장공학 협동과정 부교수(yjkim40@yonsei.ac.kr)

■ 접수일: 2012년 10월 17일 ■ 최초심사일: 2012년 11월 26일 ■ 게재확정일: 2012년 12월 20일

1. 서론

1.1 연구 필요성 및 목적

종이로 남겨진 기록물들은 수 백년 이상 비교적 오래 보존될 수 있다. 이와 반대로, 정보화 시대에 컴퓨터 등으로 만들어진 디지털 기록들은 매체 내구성, 저장 포맷·운영기기의 노후화, 호환성 부족 등으로 인해 10년의 보존을 보장하지 못할 수도 있다. 최악의 경우 온전한 역사자료들이 남겨지지 않을 수도 있을 것이다. 이와 같은 이유로 디지털시대를 오히려 암흑의 시대(Digital dark age) 또는 지식의 끝(Digital doomsday: the end of knowledge)이라고 표현하기도 한다(Kurt 2010; Tom 2010).

대량의 데이터와 정보의 활용은 더 이상 기록관리 분야 또는 정보 통합관리 분야 등 어느 특정분야에 한정되지 않고 있는 상황이다. 정보화의 가속화로 인해 데이터 생산량에 비해 저장할 수 있는 공간의 부족 현상이 이미 2008년부터 시작되었으며, 2011년 한해에만 데이터 량이 1.8ZB(제타바이트; 1조 기가바이트)에 달하는 이른바 데이터 과잉 현상에 직면하고 있다(안창원 등 2012; 이강용 등 2012). 또한, 정부 행정의 효율성 확대와 더불어 전자문서시스템, 업무관리시스템, 기록관리시스템, 행정정보시스템 등 업무 형태 별로 기록관리 관련 시스템들이 구축 운영되고 있다. 또한, 전자문서, 동영상, 사진필름, 웹기록, 행정정보데이터셋, 음성파일 등 다양한 유형의 기록물 생산과 대량 정보의 출현에 대한 대응책 마련이 필요한 상황에 놓여 있다(조이형 2011). 향후 공공기관에서 생산되는 정보량 또한 급격히 증가될 것으로 예

상됨에 따라 데이터의 대량 생산 환경에 대비하기 위해서는 결국 효율적인 매체 선택과 보존 등 전자기록물의 체계적인 관리방안이 뒤따라야 한다.

그러나, 공공기록물 관리에 관한 법률(이하 기록관리법 이라 한다)과 표준에서 정하고 있는 기록 저장매체 선택과 활용·관리 규정들은 제한적이거나 부족한 상황이다. 기록관리법에서는 광디스크와 마이크로필름만을 보존매체로 규정하고 있어 기술 발전, 다양한 매체 생산 등을 감안하여 기록매체의 범위를 확대할 필요가 있다. 디지털 기록매체 요구기준(NAK/S 13:2008)은 선택시 고려요소에 대한 항목 설명만으로 이루어져 있어 매체별 장단점과 비교사항이 부족하여 각급기관에서 매체 선택시 크게 도움이 되지 않는다. 특히, 상태조사와 관련된 기록관리법 시행규칙 제31조에는 전자기록물의 기록매체에 대한 점검 기준은 없다. 또한, 이소연(2011)의 연구에 의하면, 총 57편의 논문에서 단 1편(송병호 2005)만이 기록매체와 관련된 연구였던 것으로 나타났다. 이와 같은 결과를 통해 그 동안 우리나라에서 전자기록물의 생산과 이관에 대한 관심과 연구가 집중되었으며, 상대적으로 보존과 유지관리 관점에서의 연구가 부족했다는 것을 알 수 있다.

따라서, 본 연구의 목적은 기록관리 현장에서 업무 수행에 실질적인 도움이 될 수 있도록 기록매체 종류의 확대, 기록매체 선택 요소의 보완, 기록매체 선택시 비교기준 설정, 기록매체의 효율적인 점검 관리 방안 등을 포함한 현시점에서 가장 바람직한 법령의 개정 방향, 표준 내용의 수정·보완 사항에 대해 현실적인 개선방향을 제시하는 것이다.

〈표 1〉 기록매체 기술방식에 따른 구분

기술 유형 구분	종 류
자기기술 : 자기매체 (Magnetic technology)	- HDD(Hard Disk Drive), Magnetic Tape(LTO, DLT 등) ¹⁾
광기술 : 광매체 (Optical technology)	- CD(Compact Disc), DVD(Digital Versatile Disc), BD(Blu-ray Disc)
반도체기술 : 반도체매체 (Semiconductor technology)	- SSD(Solid State Drive), USB drive

1.2 연구 범위 및 방법

기록관리법과 표준의 제도적인 개선방향을 모색하기 위한 첫 번째 단계로써, 전자기록관리체계로의 전환 시점인 2007년 이후부터 기록매체에 대한 제도 현황을 전반적으로 살펴보고 문제점을 도출하였다. 일반적으로 종이, 필름, 자기매체, 광매체 등 정보를 기록하고 저장해서 전달할 수 있는 종류를 기록매체라고 할 수 있다. 종이 등 비전자기록물도 전자화되어 자기매체 또는 광매체에 저장되어 활용되고 있는 상황이다. 따라서, 본 연구에서는 전자화기록물을 포함하여 전자기록물의 기록매체와 관련된 법령과 표준·지침을 중점적으로 살펴보았다. 파악된 문제점을 개선하기 위한 방안을 찾기 위해 〈표 1〉에서 제시된 자기매체, 광매체, 전자매체 3가지 유형에 대한 특징, 장단점, 보존수명, 최신 기술 발전 동향을 파악하고자 연구논문, 기술분석 자료 등의 문헌조사를 실시하였다. 이와 더불어 해외 참고사례로서 미국의 연방규정집 제36편 B절 「기록물관리」와 영국의

장기 보존용 저장매체 선택 지침 등을 병행하여 검토하였다.

이와 같이 분석한 자료를 바탕으로 본 연구에서는 기록매체와 관련된 주요 문제점의 제도적인 개선방향을 제안하였다.

2. 기록매체 관련 제도의 현황과 문제점

기록관리법상에 규정된 기록매체 또는 보존매체와 관련된 규정은 법 제20조(전자기록물의 관리)를 포함한 법률 3개 조항, 시행령 제46조(영구기록물관리기관의 전자기록물 보존 및 관리)를 포함한 시행령 9개 조항, 시행규칙 제23조(전자기록물의 기록매체 및 장치의 기준)를 포함한 시행규칙 8개 조항 등 총 20개 조항이 있다. 기록매체와 관련된 표준 또는 지침으로는 국가기록원 이관을 위한 보존매체 수록기준(2007), 디지털 기록매체 요구기준(2008), 2012년 기록물 이관지침 등 총 3종류가 있다.

1) DLT(Digital Linear Tape) 디지털 자료를 나선형의 방식으로 테이프에 저장하는 방식을 말하며, Quantum(퀀텀)사에서 창시되어 지금은 Super DLT 테이프 드라이브 및 테이프 사용되고 있다. LTO(Linear Tape Open) 퀀텀이 독식하던 전 세계 테이프 백업시장을 IBM과 HP, Seagate 3사가 공동 개발하여 각자의 독자브랜드로 각각 LTO로 출시하고 있는데, 2000년 이전에는 DLT 위주였으나, 2000년 이후에는 LTO 드라이브가 주로 사용되고 있는 상황이다. <<http://www.terms.co.kr>>.

제도적인 주요 문제점은 기록매체 개념의 불명확성, 제한적인 기록매체의 종류, 매체 선택 고려기준의 구체성 결여, 기록매체 관리체계의 미흡 등 크게 4가지로 분석하였다.

2.1 기록매체 개념의 불명확성

기록매체 개념의 정의에 있어서 문제점이 존재한다. 전자기록물 관리체계를 반영하여 기록관리법이 전면 개정된 시점(2007년) 이전에는 종이기록물을 이중 보존과 활용 등의 목적으로 전자화된 형태로 저장하는 방식에 보존매체(기록관리법 시행령 제23조)라는 개념을 사용하는 것은 적절하였다. 그러나, 기록관리법에 전자기록물의 기록매체(기록관리법 시행규칙 제23조)라는 용어를 사용하면서 혼란이 발생한 것이다. 즉 전자기록물에서 기록매체와 보존매체는 어떻게 다르며, 구분하는 기준은 무엇인가에 대해 법령을 통해서 명확히 이해할 수 없다. 또한, 기록관리법 제29조(기록매체 및 용품 등)와 시행령 제61조(기록매체 및 재료규격 제·개정 등)에는 기록매체와 재료규격에 대한 제·개정의 절차 등이 규정되어 있으나, 이와 연계된 시행규칙 제38조에는 필기구·잉크 등의 기록재료에 대해서만 기준을 제시하고 있어 전자기록물을 포괄하는 매체 또는 재료 기준은 특별한 언급이 없다.

이관과정에서 기록매체에 대한 개념도 명확하지 않다. 기록관리법 시행령 제32조, 제40조의 이관과 관련된 내용에는 기록물 이관에 대한 이관포맷, 방식 및 데이터규격을 중앙기록물관리기관의 장이 정하도록 되어 있으나, 국가기록원의 2012년 기록물 이관지침에는 시스

템 상의 이관사항만을 규정하고 있어 이관시 매체 활용에 대한 내용은 명확히 담겨있지 않다. 또한, 이관매체의 규정이 명확하지 않은 가운데 「국가기록원 이관을 위한 보존매체 수록 기준」 때문에 보존매체와 혼동되어 단지 광디스크만이 이관매체로 인식될 수 있는 가능성이 있다.

이와 같은 매체 개념의 혼선 문제를 해결하기 위해서는 기록매체의 개념을 물리적인 유형별, 용도별 등으로 구분하여 매체간의 개념을 명확하게 설정하여야 한다.

2.2 제한적인 기록매체의 종류

기록매체로 활용할 수 있는 종류가 매우 제한적으로 되어 있다. 기록관리법 시행규칙 제24조(보존매체 종류 및 규격)에서는 마이크로필름과 광디스크만을 보존매체로 규정하고 있어 현 제도 또는 환경 내에서는 디지털 기록매체 요구 기준에서 제시하고 있는 자기매체 고려항목은 적용할 수가 없다. 또한, 전자기록물은 실질적으로 마이크로필름에 디지털 정보를 저장하는 것이 불가능하므로 광디스크만이 보존매체로서 사용이 가능하다.

따라서, SSD(Solid State Drive) 등의 다양한 매체 출현, 이미지·그림 파일 등 생산되는 기록물 저장 단위량의 상승 등을 감안할 때 매체의 범위를 확대하는 것은 불가피해 보인다. 특히 특정 기술과 규격에 얽매이지 않고 폭넓게 활용할 수 있도록 용도별로 매체의 종류를 설정하도록 종류와 규격이 변경되어야 할 것이다.

이때 실질적으로 시장에서 많이 사용되고, 넓은 지역에 분포되어 있으며, 기술적인 발전

이 지속적으로 이루어지는 매체를 포함시키는 것이 바람직하다. 이는 널리 사용되는 매체들은 비교적 표준이 잘 설정되어 있어 일정 수준 이상의 품질을 보장할 수 있을 뿐만 아니라 구매 수요의 보장으로 인해 가격의 안전성과 지속적인 기술 개발이 유지됨으로써 매체나 장비가 기술적인 퇴화에 덜 민감할 수 있기 때문이다. 다시 말해, 최고의 기술이 시장에서 선택되고 오래 유지되는 것이 아니라 경제성과 편리성이 유지되고 이로 인해 시장이 넓게 형성될 때만 그 기술이 오랫동안 지속되는 것이다. 아날로그 사진이 쇠퇴하고 있는 것이 좋은 예이다. 현 시대에서 디지털 사진을 더 선호함에 따라 필름 사진이 시장에서 도태되고 있다. 이것은 보존 측면에서 강점이 있는 필름매체도 편의성, 신속성, 경제성 측면에서는 취약점이 나타나는 것이다.

2.3 기록매체 선택 기준의 구체성 결여

기록매체를 선정할 때 기준이 구체적이지 않아 현장에서 적용하는 것이 거의 힘들다. 디지털 기록매체 요구기준은 디지털 기록매체를 선택할 때 고려사항으로 수명 등을 포함해 9가지 요소를 제시하고, 이 요소들에 대해 기록관리 단계(기록관 단계-이관 단계-영구기록물 관리 단계)별로 필요한 고려사항으로 구분해서 설명하고 있다. 그러나, 항목에 대한 설명이 원칙적인 수준이고, 매체별로 실질적으로 비교할 수 있는 세부적인 기준이 없어 실제 업무 현장에서 참고 기준으로서의 활용도가 매우 낮다. 또한, 최

근 많이 사용되고 있는 SSD, BD(Blu-ray Disc) 등의 매체들이 빠져 있어 이 부분의 항목 보완도 필요하다.

예컨대, 현재 기준에서 전자기록물을 이중보존하기 위해 매체 선택하는 상황이 발생한다면, 보존매체로 광디스크만이 가능하므로 각급기관에서는 이 표준이 크게 도움이 되지 않는다.

그러므로, 기록매체 요구기준은 우선 보존매체 종류 확대와 연계되어야 하며, 아울러 각 매체별로 비교선택이 실질적으로 가능하도록 고려요소에 대한 비교 기준이 필요하다.

2.4 기록매체 관리체계의 미흡

기록매체의 보존 관리체계도 미흡한 상황이다. 현재 상태조사와 관련된 규정인 기록관리법 시행규칙 제31조에는 전자기록물의 기록매체에 대한 점검 기준은 아예 없고, 점검주기도 보존매체라는 항목으로 5년 주기만을 규정하고 있다.

최근 국외 Barry(2011) 연구에서 하드디스크와 광디스크의 기대수명[(Life Expectancies (LE)]²⁾을 각각 1~7년, 1~25년으로 제시했으며, 국내에서도 국가기록원에서 보유하고 있는 DVD의 상태를 분석한 김상국(2011)의 연구에 의하면 기록물을 매체 수록한 후 4~9년 정도 지난 시점에 오류가 발생한 것을 확인하였다. 이들 연구로부터, 현 시점에서 디지털 기록매체의 어떤 유형도 기대수명을 10년 이상 장담할 수 없다는 것으로 알 수 있다.

따라서, 최소 수명의 관점에서 기록물을 보다

2) 기대수명(Life Expectancies, LE)은 기록물을 이상적인 환경(온도 섭씨 21도, 상대 습도 50%)에서 보존할 때 그 온전함과 유용성을 유지할 수 있을 것으로 기대되는 기간을 의미한다(기록학 용어사전).

효율적이고 체계적으로 관리할 수 있는 방법을 마련해야 할 것이다. 이를 위해 점검 주기를 기록매체별로 특성을 고려하여 달리 적용하고 아울러 매체의 상태조사 대상 범위와 항목 설정 등의 검토가 필요하다.

3. 기록매체 관련 법령 등 제도의 개선 방향

3.1 기록매체 개념의 명확화

기록매체, 보존매체 등 기록관리법과 표준에 사용되는 매체에 관한 용어의 재정리가 필요하다. <표 2>와 같이 기록매체를 물리적 유형별, 사용 용도별 유형, 기록방식 유형 등 3가지 유형별로 구분하여 사용한다면 기록매체는 기본 개념이면서 가장 큰 범위의 용어로 그리고 하위개념으로 유형별로 매체 관련용어들이 활용될 수 있으므로 개념 혼란을 막고 매체 용어에 대한 이해력을 높이는 데 도움이 될 것이다.

예를 들어 이관단계에서 SSD를 사용한다면, SSD는 용도로서 이관매체이며, 물리적 유형으로는 전자매체에 속하고, 기록된 기술방식은 반도체매체에 포함된다. 이와 같이 기록 분야에서 매체와 관련되어 사용되는 용어를 명확히 구분하여 사용함으로써 보다 쉽고 정확하게 내용을

전달할 수 있다.

물리적 유형에 따른 구분은 현재 기록관리법에서 사용하고 있는 기록물 종류에 따른 분류로서 종이매체, 시청각매체, 전자매체, 행정박물매체 등 기록물 종류에 따른 구분이라고 볼 수 있다. 업무 용도별 분류는 이관매체, 보존매체, 백업매체, 활용매체 등 기록관리 단계별로 용도나 목적에 따라 매체를 구분하는 방식이다. 이는 매체의 물리적 또는 제작방식의 종류에 상관없이 용도에 따라 이름을 부여하는 것이다.

<표 2>의 기록매체 유형의 구분 기준을 기록관리법 시행규칙, 디지털 기록매체 요구 기준, 기록물 이관지침 등에 포함시키는 것도 개념을 명확히 한다는 시각에서 고려해 볼 필요가 있다.

기록매체에 기록하는 기술적인(Technical) 방식 기준으로는 자기매체, 광매체, 반도체 매체 3가지로 나누었다. MOD(Magneto-Optic Disc: 광자기매체), 하이브리드 HDD(하드디스크와 SSD 기능을 융합한 제품) 등과 같은 제품들도 출시되었으나, 대부분 과도기적인 기술과 제품으로써 현재 시장에서는 거의 사용하지 않아 분류에서 제외하였다.

한편, 기록매체의 이관과 연관된 부분에서는 기록물 이관지침에 우선 전자기록물이 본격적으로 이관되기 이전이라도 업무 현장에서 대용량 데이터의 매체이관, 한시기관의 기록물 이관, 보안 등의 제약요소가 있는 비밀기록물 취

<표 2> 기록매체의 3가지 기준에 따른 분류

구분 기준	종류
기록물 물리적 유형별	종이매체, 시청각매체, 전자매체, 행정박물매체 등
업무 용도별	이관매체, 저장매체, 보매체, 백업매체, 활용매체 등
기록방식 유형별	자기매체, 광매체, 반도체매체

〈표 3〉 기록물 관리지침 개선 방향

구 분	현 행	개 선
2012년 기록물관리지침	<ul style="list-style-type: none"> ○ 처리과 → 기록관 - (전자)시스템 이관 유형 5종류 - (비전자) 편철 / 이관 ○ 기록관 → 영구기록물관리기관 - (비전자) 편철 / 이관 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 처리과 → 기록관 - (전자)시스템 이관 유형 5종류 전자매체 이관 방식 - (비전자) 편철 / 이관 ○ 기록관 → 영구기록물관리기관 - (전자)전자매체 이관 방식 * 2014년 이후 시스템 이관유형 포함 - (비전자) 편철 / 이관

급 또는 이관 등 시스템 활용이 적절하지 않거나 불가능한 상황에 효율적으로 대처가 가능하도록 〈표 3〉에 제시된 바와 같이 기록물 관리지침에 이관의 한 방법으로 이관매체 개념을 명확히 포함시켜야 한다.

2012년 기록물 이관지침에는 처리과에서 기록관으로 이관하는 경우, 시스템의 이관만을 고려하고 있고 매체 이전은 전혀 반영되어 있지 않다. 물론 100% 가까운 전자기록물 생산환경에서는 효율적인 측면에서 기록물 생산시스템에서 기록관리시스템으로의 이관이 바람직하지만, 시스템 활용이 적절하지 않거나 불가능한 상황이 발생할 수 있으므로 매체 이관에 대한 상세규정이 필요하다.

또한, 영구기록물관리기관으로의 이관과 관련된 부분을 살펴보면 이관대상이 2001년 생산기록물로서 전자기록물이 본격 생산된 시점(2004년) 이전이기 때문에 전자기록물의 이관 방식이 명시되어 있지 않고, 이관매체에 대한 내용도 없는 것으로 판단된다. 그러나, 이 경우에도 불가피하게 각급기관에서 조기이관 또는 대용량 이관 등의 상황이 수시로 발생할 수 있으므로 이에 대비가 필요하다. 아울러, 기록관에서 영구기록물관리기관으로 이관하는 방식

은 앞서 언급한대로 전자기록물의 이관시점이 도래하지 않아 전자매체와 시스템 이관 방식은 포함되어있지 않다. 따라서, 기록물 관리지침에 매체 이관 방식도 추가되어야 할 것이다.

3.2 기록매체 종류의 확대

기록매체 그리고 매체 운영과 관련된 하드웨어와 소프트웨어는 최첨단 기술 보다는 시장에서 잘 정착되고, 널리 사용되는 성숙된 기술과 장비를 사용하는 것이 좋고, 독점기술 보다는 공개된 표준 기술을 사용하는 것이 바람직하며, 단일 매체 보다는 다중 매체를 활용하는 것이 장기 보존관점에서 더 안정적이다.

외국의 경우를 살펴보면 우선 미국 국가기록청(NARA: National Archives and Records Administration)에서는 미연방규정집 제36편 제 B절 기록물관리(Subchapter B - Records Management) 제1228.270조에서 자기테이프(LTO 등), 광매체(CD 등) 등 승인된 매체와 물리적 매체 형식이 없는 기록물의 이관[FTP³⁾ 등]에 대해서 다양한 이관매체의 종류와 방법을 제시하고 있다.

영국 국가기록원(TNA: The National Ar-

chives)은 장기 보존용 저장매체 선택 지침(Digital Preservation Guidance note 2: Selecting Storage Media for Long-Term Preservation: 2008)에서도 광매체(CD, DVD), 자기매체(하드디스크, LTO), 플래쉬메모리 등 다양한 매체를 포함하고 있다.

따라서, 많이 사용되고 있는 자기매체(자기테이프, 하드디스크), 광매체(BD, DVD 등), 그리고 최근 급격히 증가하고 있는 반도체 저장매체(SSD 등)가 모두 포함될 수 있도록 기록매체의 범위를 확대해야 한다. 이를 위해 <표 4>에서 제시된 바와 같이 기록관리법 시행규칙 제24조의 내용 변경이 필요하다. 현재 보존매체의 종류를 마이크로필름과 광디스크에서 마

이크로필름, 광매체, 자기매체, 반도체 매체 등으로 확대하는 것이다. 아울러 세부 규격은 관련 표준 또는 지침에 명시하도록 해야 한다. 이는 관련기술의 발달에 탄력적으로 대응하는 한편 법령의 잦은 변경을 피하기 위해서는 법령상에 구체적인 사항을 규정하지 않고 연계된 표준에서 구체적으로 명시하는 것이 바람직하기 때문이다.

또한, 기록매체의 종류만을 단순히 나열하면 활용 측면에서 판단하기 어려우므로 기록관리 단계별로 각 기록매체들의 특성과 장단점을 고려하여 <표 5>에서와 같이 단계별 기록관리 용도에 적합한 매체 기준을 신설하여 활용한다면 효율성이 높아질 것이다.

<표 4> 보존매체 종류의 개선 방안(기록관리법 시행규칙 제24조 별표)

구분	현행	개선
종류	마이크로필름, 광 디스크	마이크로필름, 광 매체(CD, DVD, BD 등), 자기매체(자기테이프, 하드디스크 등), 반도체 매체(SSD 등)
규격	KS 규격 또는 국제규격	KS 규격 / * 세부 연계 정보는 관련 표준·지침에 명시 국제규격 / * 국제 규격 명칭은 관련 표준·지침에 명시

<표 5> 기록관리 단계별 목적에 따라 활용 가능한 매체 종류 기준

기록관리 단계	이관	관리/서비스	백업	보존
기록매체의 용도별 구분	이관매체	저장(서버)매체	백업매체 (실시간/근거리)	(분산)보존매체 (이중)보존매체 (대체)보존매체
사용가능한 기록매체 종류	광매체 자기매체 SSD 마이크로필름	하드디스크 SSD	자기테이프 광매체	광매체 자기테이프 마이크로필름
비고	가격, 용량, 속도, 편의성, 안전성 등을 고려하여 선택 활용 필요			

3) FTP(file transfer protocol, 파일 전송 규약)는 인터넷과 같은 근거리통신망(Local Area Network, LAN) 또는 광역통신망(Wide Area Network, WAN)을 이용해 한 컴퓨터에서 다른 컴퓨터로 파일을 전송할 때 사용하는 규약이다. HTTP(hypertext transfer protocol, 하이퍼텍스트 전송 규약)가 상대적으로 작은 텍스트와 이미지를 인터넷에서 컴퓨터들 간에 교환하는 주요 수단이라면, FTP는 데이터베이스 파일, 프로그램, 음악, 비디오 같은 상대적으로 크고 복잡한 파일들을 전송하기 위한 방법이다.

기록관리 단계별 활용과 관련하여 각 기록매체의 특성을 살펴보면, 우선 광매체는 물리적 훼손 등의 외부요인을 제외한다면 정보가 사라질 가능성이 다른 매체에 비해 상대적으로 매우 낮은 편이다. 아울러, 전자기파 교란 또는 전자기 폭탄 등에 의해 데이터가 손실될 가능성도 낮으며, 수해에도 비교적 강하므로 중요한 기록물을 별도로 분리된 지역에서 보존하거나 비상시 백업용으로 활용하기에 적합한 매체이다.

자기테이프와 하드디스크는 가격 대비 고용량의 강점을 가지고 있어 반도체매체나 광매체가 따라올 수 없다. 이러한 이유로 대용량의 운영서버와 백업 매체 등의 활용도 높은 편이다. 다만, 하드디스크의 경우는 매체 중 데이터 안정성이 상대적으로 낮은 편이기 때문에 백업매체로는 권고되지 않는 것이 적절하다고 판단된다.

반도체매체는 비록 가격적인 측면에서 아직까지 자기매체보다 용량에 따라 최소 10~30배 이상 비싸다는 약점을 가지고 있으나, 속도 관점에서는 우위를 보이면서 기업형 서버와 고성능 노트북을 중심으로 빠르게 확산되고 있는 추세이다. 이러한 특성을 감안한다면, 기록관리 단계에서는 저장 또는 서버 매체에 활용하는 것이 유리할 것이다. 향후 가격에서 경쟁력을 갖추게 된다면 백업매체로도 활용이 가능할 것이다.

〈표 5〉에서 이관단계의 매체 종류가 다양한 것은 이관단계에서는 장기간 보존이나 수 백개 이상의 대용량매체가 필요한 상황이 아니고, 보존성·용량 등도 큰 고려요인으로 작용하지 않으므로 매체의 종류에 크게 제약을 받지 않을 것으로 예상되기 때문이다. 다만, 이관 받고자 하는 기관에서 매체별 이관 규격과 방식을 구체적으로 이관 예정기관에 제시하여 매체 유

형에 따른 이관 호환성의 문제가 발생되지 않는다는 것이 전제가 되어야 한다.

이와 같이 기록매체들 중에서 무엇이 최고이기 때문에 특정매체만을 사용해야 한다고 판단하기 보다는 사용목적이나 용도에 따라 그리고 발전하는 기술의 성숙도를 고려하여 최적의 매체를 선택하고 활용하는 것이 중요기록물을 보다 안전하고 효율적으로 생산하고 관리해 나가는 데 중요한 요소이다.

3.3 기록매체 고려요소의 조정·보완

현재 기록매체를 선정할 때 사용되는 고려요소는 항목에 대한 설명이 원칙적인 수준이고, 매체별 세부적인 비교 기준이 없어 실제 업무 현장에서 활용하기가 어려운 수준이다.

미국 국가기록청은 미연방규정집 제36편 제 B절 기록물관리 제1234.30조(전자기록물 매체의 선택 및 보존)에서 매체 선택시 고려사항으로 용이한 검색 제공, 기록물 처분일까지 사용 가능한 형식, 유지보수, 기록물 보관과 검색에 필요한 비용, 기록물의 밀도, 검색을 위한 접근 시간, 매체의 호환성, 장비의 고장이나 사람의 실수로 인한 정보 손실에 대비한 정기적인 백업, 원본소재지 이외의 장소에 복제본 별도 보관 등을 제시하고 있다.

본 연구에서는 미국 등 외국 사례를 참고하여 〈표 6〉에 제시하는 바와 같이 기록매체 선택 고려요소의 항목 조정에 대해서 내용상으로 통합이 필요한 요소, 추가로 신설이 필요한 요소 등 4가지 유형으로 구분하여 접근하였다. 이와 함께 부속서에는 자기매체, 광매체, 반도체매체 등 매체 유형의 전체적인 내용이 포함되어야 한다.

〈표 6〉 디지털 기록매체 선택의 고려요소 개선 방안

구분	주요 내용	
개선 방안	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기록매체 고려요소 보완 및 신설 * 기록관리법 시행령(규칙)에 기록매체의 개념을 정립하여 다양한 매체에 적용이 가능하도록 연계시켜야 함 ○ 매체 종류의 다양화 및 부속서 설명 자료 보완 	
	현행	개선 주요내용
고려 요소	① 수명, ② 용량, ③ 생존성, ④ 구형화, ⑤ 비용, ⑥ 손상민감성, ⑦ 신뢰성, ⑧ 호환성, ⑨ 접근성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유지: ① 수명, ② 용량, ③ 생존성, ⑤ 비용, ⑥ 손상민감성, ⑦ 신뢰성 ○ 통합: ④ 기술민감성(구형화+호환성) ○ 신설: ⑧ 재난·비상대비성 ○ 보완: ⑨ 접근·편의성
부속서	자기매체(자기테이프, 하드디스크) 광매체(CD)	자기매체(자기테이프, 하드디스크) 광매체(CD, DVD, BD) 반도체 매체(SSD, USB)

우선 수명, 용량, 생존성, 비용, 손상민감성, 신뢰성 등 6개 요소들은 유지 항목으로서 구분할 수 있다. 수명과 손상민감성은 기록의 안정성에 연관된 요소이고, 용량과 비용은 경제적인 측면에서의 고려 요인이며, 생존성과 신뢰성은 기록의 무결성과 진본성에 연관된 요소로서 통합이나 보완 등이 필요 없는 독립적인 요소로 유지 되어야 할 것으로 분류할 수 있다.

구형화와 호환성의 경우는 관련 기술의 발전에 따른 하드웨어와 소프트웨어의 구형화 문제 그리고, 특정종류의 매체 또는 구동장치에 의존하지 않고 얼마나 오랫동안 사용가능한 것인가를 판단하는 기준이므로 두 요소는 기술적인 측면에서 연계성이 높으므로 굳이 둘로 나뉘어 검토하기 보다는 기술민감성이라는 하나의 요소로 통합하여 신설하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

디지털 매체 요구기준에서 말하고 있는 접근성은 매체 접근하여 필요한 정보를 얻을 때까지 걸린 시간을 말하는데, 이제는 여기에 매체

취급의 편리성과 시스템 구비의 단순화 등 매체 사용과 관리의 측면에서 편의성도 고려될 필요성이 있으므로 접근성 요소에 편의성의 내용을 보완하여 접근·편의성으로 재설정하는 것이 적합할 것이다.

한편 신설이 필요한 요소로서 재난·비상대비성을 제시하고자 한다. 우리나라의 경우는 아직까지 남북 대치 상황에서 분산보존의 필요성이 존재하며, 특히 북한에서 전자기 폭탄을 보유하고 있다는 점이 또 하나의 중요한 고려 사항이다. 이는 비상 상황에서도 국가기록원은 유일본인 영구보존대상 기록물을 반드시 보존하고 지켜야 하기 때문이다. 이와 더불어, 국제적으로는 미국의 911 사태 이후 비상과 재난에 대한 시각이 급속도로 전환되었다. 이에 미국, 영국, 오스트리아, 일본 등이 주축이 되어 비상·재난대비와 관련된 표준의 제정을 추진한 결과 2012년 4월에 ISO 기술위원회(TC223)에서 ISO 22301 표준⁴⁾을 제정하였다. ISO 22301 표준 제정 이전에도 영국의 국가표준인 BS 25999

4) ISO 22301은 「사회안전-업무영속관리시스템(Societal Security-Business Continuity Management System)」으로써 전 세계의 기관과 기업이 장애와 재해 대응을 위한 최상의 실행과 목표를 설정하기 위한 표준이다.

(업무 연속성 계획 관련 표준)가 국제적인 표준으로서 역할을 수행해왔는데, 한국의 경우도 삼성생명, 정부통합전산센터 등 비상과 재난에 민감한 기관에서 국제적인 인증을 통하여 신뢰도를 확보하고자하는 노력들이 있었다. 이처럼 최근 국내외 동향을 감안했을 때 고려요소로서 비상·재난대비성을 포함시키는 것은 필요할 것으로 판단된다.

3.4 기록매체 선택시 비교 기준표 작성

기록관리 업무 현장에서 기록매체 선택시 실질적으로 필요한 중요한 한 요소는 매체별 세부 비교 기준자료이다. 영국 국가기록원의 경우도 장기 보존용 저장매체의 선택 지침을 통해 장기보존 대상 전자기록물을 생산하는 사람과 보존을 책임지는 사람들을 대상으로 장기보존 관점에서 물리적 저장매체를 선택할 때 도움을 제공하기 위해 수명, 용량, 실행가능성, 구식화, 비용, 민감성 등 6가지 고려요소를 가이드라인으로 제공하고 있다.

따라서 <표 6>에서 조정된 9개 고려요소에 대한 매체별 상대적 비교표를 만들어 디지털 기록매체 요구기준 또는 기록관리지침 등에 포함하는 것이 필요하다.

기록매체 선택시 고려요소별 상대적 비교표는 <표 7>에 제시된 바와 같이 총 7개의 매체들에 대해서 비교등급을 (+) 비교 하위, (++) 비교 평균, (+++) 비교 상위 총 3단계로 구분하여 적용하였다. 이와 같은 3단계 구분은 영국의 장기 보존용 저장매체 선택 지침(2008년)과 네덜란드 국립도서관의 장기 보존용 파일포맷 평가 기준(2009년)을 참고하였다. 이 때, 반드시 상대 비교를 3단계로 구분하지 않았는데 이는 고려요소 중 생존성과 같은 요소는 기술적인 측면에서 매체 상호간의 상대적 차이가 크지 않아 동일 등급을 부여한 경우도 있기 때문이다.

3.4.1 수명

매체의 수명은 재질 자체의 품질이외에 외부의 물리 화학적인 환경적인 요인, 매체의 사용가능성을 판단하는 하드웨어와 소프트웨어의 기

<표 7> 기록매체 선택시 고려요소별 상대적 비교표(비교등급 3단계*)

구 분	자기 기술(자기매체)		광 기술(광 매체)			반도체 기술(반도체 매체)	
	자기테이프	HDD	CD	DVD	BD	SSD	USB메모리
수 명	++	+	+++	+++	+++	++	+
용 량	+++	+++	+	+	++	++	++
생존성	++	++	++	++	++	++	++
기술민감성	++	+++	+	++	++	+++	++
비 용	+(++)	+++	++	+++	++	+	+
손상민감성	+	+	+++	+++	+++	++	++
신뢰성	+++	+	+++	+++	+++	+	+
재난·비상대비성	+	+	+++	+++	+++	++	++
접근·편의성	+	++	++	++	++	+++	+++

* 비교등급 3단계: (+) 비교군 중 상대적 하위 / (++) 비교군 중 평균 / (+++) 비교군 중 상위

술적인 지속성 등이 고려되어야 한다. 그러나, 이 항목에서는 수명을 매체 자체의 품질로 그 범위를 한정하고, 매체의 외부 환경요인은 손상민감성에서, 기술적인 지속성은 기술민감성에서 각각 다를 것이다.

디지털 기록매체 요구기준 연구개발 보고서(국가기록원 2006)에서는 기존의 연구 결과들을 참고하여 기대 수명치를 자기 테이프는 10~20년, CD-R은 30년으로 각각 제시했었다. 최근 연구동향을 살펴보면 Barry(2011) 연구에서는 매체별 기대 수명을 자기테이프 10~50년, 하드디스크 1~7년, 광디스크-R 계열 1~25년, SSD 10~12년으로 각각 예측하였다. 한편, Kun-Long Li(2011)는 BD-R(BD recordable)에 대한 기대 수명을 25℃ 조건에서 56년으로 산출하였다. 이를 통해 볼 때 광디스크가 나온 이후 업계에서는 표준 품질을 기준으로 광디스크의 기대 수명을 CD 300년, DVD 100년, BD 200년으로 광고를 하였으나(Barry, Douglas, and Matthew 2011), 이후 이 기대치는 가속노화 실험 등의 수명 검증의 단계를 거치면서 점점 낮아지고 있음을 알 수 있다. 그럼에도 불구하고 아직까지는 광매체의 수명이 다른 매체들에 비해 상대적으로 길다는 연구 결과들이 더 많다. 반도체 매체는 제작방식에 따라 수명의 차이가 급격하게 나타날 수 있는데 이로 인해 USB 메모리의 경우는 가격적인 측면에서 유리한 멀티 레벨셀(MLC; Multi level cell) 방식을 채택하고 있어 SSD보다 수명이 낮을 가

능성이 높다.⁵⁾

이 같은 결과들을 종합적으로 검토해 볼 때 수명은 동일한 저장방식인 광매체 CD, DVD, BD를 비교 상위(+++)로 두고, 자기테이프와 SSD를 비교 평균(++)에, 그리고 하드디스크와 USB를 비교 하위(+)에 각각 두었다.

3.4.2 용량 및 비용

용량과 비용은 직접적인 상관관계가 있으므로 함께 짚어보고자 한다. 저장매체의 큰 관심중에 하나가 저장용량이었다. 매체의 발전은 용량 중심으로 이루어졌으며, 용량 경쟁에서 살아남은 매체가 현재에도 강점을 보이면서 판매되고 있다.

〈표 8〉에서 나타나듯이 2012년 9월 현재 시점에서 판매되고 있는 기록매체의 용량은 자기 테이프와 하드디스크가 3TB 수준의 대용량으로서 가장 앞서 나가고 있어 비교 상위(+++)로 두고, BD와 SSD 그리고 USB를 비교 평균(++)에, DVD와 CD를 비교 하위(+)에 각각 두었다.

비용 측면을 고려할 때는 매체 자체뿐만 아니라 매체를 운용하기 위한 구동기기(드라이브)를 고려해야 한다. HDD(Hard Disc Drive), SSD(Solid State Drive)는 이름에도 알 수 있듯이 자체적으로 구동기능이 내장되어 있어 별도의 장비가 필요 없는 기기이므로 컴퓨터에 연결만 하면 되지만, 자기테이프와 광매체의 경우는 원칙적으로 드라이브가 필요하다. 다만,

5) 2004~2005년에 90nm 공정 기술로 제조되었던 낸드플래시 메모리는 다시쓰기 가능횟수 10만회, 데이터 저장기간이 10년이었으나, 30nm 세대의 2bit/cell 제품은 다시쓰기 가능횟수가 3천회 이하, 데이터 저장기간은 약 1년으로 크게 감소하였다. 또한 3bit/cell 이상의 울트라 멀티 비트 제품 중 일부는 다시쓰기 가능횟수가 수백 회에 불과한 경우도 있다. 즉, 멀티 레벨셀(MLC)화가 진행될수록 낸드플래시 메모리의 품질저하 현상이 급격히 나타나는 것이다(이장은 2011; 이주완 등 2009).

〈표 8〉 기록매체 종류별 최대 용량 및 단가 비교(2012년 9월 인터넷 판매기준*)

매체종류	최대용량(개당)	비용		비교(3곳 평균가격)
		매체 단가 (GB 당)	매체+드라이브 (GB 당)/3TB 기준	
자기테이프	3TB (LTO-5기준)	33원	1,866원	LTO-5(3TB) 개당 10만원 / 드라이브 약 5백5십만원
HDD	3TB	60원	60원	HDD 3TB 18만원
CD	0.7GB	285원	292원	CD 700MB 1장 2백원 / 드라이브 2만원
DVD	4.7GB	64원	81원	DVD 4.7GB 1장 3백원 / 드라이브 5만원
BD	50GB	100원	150원	BD 50GB 1장 5천원 / 드라이브 15만원
SSD	256GB	976원	976원	SSD 256GB 25만원
USB	32GB	719원	719원	USB 32GB 23천원

* 향후 기술의 발전, 시장 수요의 변화 등으로 인해 매체의 가격 변동 가능성 존재

광매체의 경우는 드라이브가 컴퓨터에 장착되어 나온 경우가 대부분이었지만, 최근에는 드라이브 자체가 없는 슬림형 노트북이 나오고 있다. 〈표 8〉을 통해서 알 수 있듯이 자기테이프의 드라이브는 비싼 편에 속하므로 매체 자체의 가격은 가장 경쟁력이 있으나, 드라이브 가격을 포함할 경우 비용이 상승하게 되므로 대량 용량으로 구축하지 않는 경우에는 비교 순위에서 약점을 보인다. 예컨대, 이관단계에서 매체를 선정하는 경우에 수백 TB 이상의 대용량이 필요하지 않으므로 초기의 구축 비용이 비싼 매체인 자기테이프는 고려 대상에서 밀리게 된다.

3TB 규모의 용량으로 매체를 선택해야 한다고 가정하고 소요되는 매체와 드라이브 구입 예산을 기준으로 HDD와 DVD를 비교 상위(+++)에, CD와 BD를 비교 평균(++)에, 자기테이프와 전자매체를 비교 하위(+)로 각각 구분하였다. 다만, 저장되는 기록물의 정보량이 100TB 이상이라고 하면, 자기테이프의 비교 순

위는 상승될 수 있다.

3.4.3 생존성

생존성은 훼손이 가해져도 해당 데이터를 읽어 낼 수 있는 기능을 말하는데 하드디스크나 광디스크 등의 기록매체들은 안정성을 유지해야 한다는 측면에서 제품을 출시할 때 기본적인 오류정정 기능(Error Correction Code)을 지원하고 있다.

오류교정 기능을 비교하기 위해서는 제어기술의 알고리즘 등을 분석해야하는데 이것은 회사 기술력 비밀로서 외부에 알려져 있지 않다. 이로 인해 매체 간의 비교가 거의 불가능한 상황이다. 다만, 이러한 오류 교정기술이 약하면 기록매체가 국내외 시장에서 살아남을 수가 없고, 제품들이 많은 안정성 테스트의 과정을 거쳐서 생산되고 있는 점을 감안하여 현재 판매되고 있는 제품과 드라이브들은 오류교정 기술 부분에서는 평균 이상의 품질력을 가지고 있다고 간접적으로 유추할 수 있다.

따라서, 매체별 오류교정 기능 관점에서 각 매체별의 생존성 우열을 판단하기에는 한계가 있으므로 생존성은 모든 매체가 비교 평균(++) 위치에 있다고 판단하였다.

오히려 생산당시에는 확인되지 않는 미세한 불량으로 인해 안정성이 취약해 질 수 있는 가능성에 더 관심을 두고 살펴봐야 할 것이다. 국가 기록원에서 보유하고 있는 총 1,993장의 DVD를 대상으로 상태를 분석한 김상국(2011)의 연구에서 전체 대상량의 25.9%인 517장에서 매체 오류 가능성이 제기되었다. 2000년에 기록된 매체보다도 2006년에서 2007년 사이에 기록된 매체에서 PIEsum 8⁶⁾ 측정값이 가장 높은 것으로 나타났기 때문에 시간의 흐름에 따른 매체의 열화 현상이라기보다는 해당년도에 사용된 특정 매체의 품질력에 더 큰 영향을 받은 것으로 결과를 설명하였다. 이 같은 결과로 부터 알 수 있는 것은 데이터의 오류를 읽어내는 기술에 관심을 가질 뿐만 아니라, 생산당시의 매체 자체의 품질력도 중요하므로 매체를 선택하기 전에 충분히 매체의 안정성 검사를 실시하고 기존 매체의 안정성 유지 수준을 지켜 보는 것이 중요하다는 것이다.

3.4.4 기술민감성

기술민감성은 기술 발전에 따라 하드웨어와 소프트웨어가 퇴출되는 경향, 매체나 드라이브가 상호 교차해서 작동될 수 있는 기능 등이 고려된다.

하드디스크와 SSD는 기술 변화에 상대적으로 덜 민감한 편이다. 컴퓨터·서버 등과 접속되는 연결포트가 표준에서 벗어나지 않으면 사

용에 큰 지장을 받지 않는다. 그 동안 하드 디스크와 SSD의 기술 발전은 용량의 개선에 집중되어 있었기 때문에 향후 이들의 정보를 읽을 때 기술적인 쇠퇴로 인해 읽지 못하는 경우보다는 용량 부족 때문에 교체될 가능성이 더 높다. 반면에 CD와 DVD의 경우는 USB의 용량과 편리성에 밀려 수요가 없어 이제 드라이브가 없어지는 사례가 발생하고 있다. BD는 용량 측면에 강점이 있어 영화, 데이터 저장 등에 활용되고 있으며, 또한 광매체 분야에서도 기술 발전과 용량 확대의 포화상태로 인해 급격한 발전은 쉽지 않아 보이므로 BD의 활용이 한동안 유지될 것으로 예측된다. 자기테이프의 경우도 새로운 버전이 나올 때마다 일부 전용 운영프로그램이 교체되어야 하고, 데이터 전체의 마이그레이션 작업이 필요하다.

따라서, 위와 같은 기술 동향을 바탕으로 기술민감성 요소에서는 하드디스크와 SSD를 비교 상위(+++)에 BD, DVD, 자기테이프, USB를 비교 평균(++)에, CD를 비교 하위(+)에 각각 배치하였다.

3.4.5 손상민감성

자기매체가 정보를 잃어버리는 경우는 물리적인 손상을 제외하고 자발적으로 시간이 경과함에 따라 서서히 자화(Magnetization)가 약해지거나 혹은 외부의 강한 자기장으로 인해 자화를 잃어 버리는 경우이다. 높은 온도와 상대습도 조건은 자기테이프의 자화력에 큰 영향을 미친다. Navale(2005)의 연구에서, 자기테이프가 30℃에서 관리될 경우 10~200년으로

8) PIEsum(Parity inner error sum 8): DVD 에러 측정지표로서, 8개의 연속된 ECC Block에서 발생된 PIE의 합을 의미하며 허용치수는 PIEsum 8≤280이다(Slattery 2004).

기대수명이 예측되었지만, 50℃을 기준으로 하여 습도를 변화시켰을 때 상대습도 20%에서 0.6~2.8년, 80%에서 0.3~0.9년으로 각각 확인됨에 따라 온·습도 변화에 따른 기대수명의 급격한 변화를 잘 보여주고 있다. 이 처럼 자기 테이프는 온도와 습도에 취약하고 자발적인 혹은 외부자기장에 의한 자화력 감소 등의 취약점을 가지고 있다.

하드디스크는 모터에 의해 고속으로 회전하는 디스크 형태의 플래터(Platter) 위를 자기기록장치인 헤드(Head)가 이동하며 데이터를 읽고 쓰는 기계적인 방식을 사용한다. 플래터는 보통 알루미늄 합금 또는 유리 표면에 자성 물질을 코팅해 만들며 양면 모두에 데이터를 기록할 수 있는 특징을 가지고 있다(김수경 등 2002). 하드디스크도 자기매체이므로 자화력 감소의 취약점을 가지고 있으며, 이와 함께 외부 충격에도 약점이 있다. 이는 플래터와 헤드 사이의 거리가 5nm 이하이므로 충격에 의해 하드디스크의 헤드가 사용이 불가능한 경우가 발생할 가능성이 높기 때문이다.

Slattery(2004)의 연구에서 7개의 CD와 DVD를 대상으로 다양한 온도(60~90℃)와 상대습도(70~90%)를 조절하여 가속노화 실험을 진행한 실험 결과, 장기 보존에 적용하기에 충분한 안정성을 가지고 있음이 확인되었다. 이를 통해 볼 때 광매체는 온도, 습도에 강점이 있다. 반면 약점으로는 취급시 발생하는 물리적 흠집 발생 등에 취약하다는 것이다.

전자매체의 경우 메모리가 내장된 경우이므로 외부적인 물리적 손상에 비교적 강한 편이다. 한편 습도가 높은 경우 작동에 문제가 발생할 수 있는데, USB나 휴대폰을 물에 빠트리면

반드시 완전히 건조시킨 후에 작동시켜야 하는 것이 일반적으로 쉽게 이해할 수 있는 사례이다. 전자매체의 동작 온도의 범위가 0℃~70℃로서 비교적 온도에는 안정적인 편이다(이장은 2011; 이주완 등 2009).

각 매체들의 특성을 감안할 때, 손상민감성의 기준에서는 광매체를 비교 상위(+++)에, 이어서 전자매체를 비교 평균(++)에, 마지막으로 자기매체를 비교 하위(+)에 각각 두었다.

3.4.6 신뢰성

매체에 수록된 데이터는 우발적 또는 고의적으로 삭제되는 것에서 보호되어야 한다. 자기매체는 매체에 입혀진 자성체가 외부 자력을 받아서 자화되는 원리를 이용하여 정보를 기록하는 방식으로 한번 기록이 된 이후라도 자성체의 자화를 바꾼다면 정보를 얼마든지 변경할 수 있다. 이와 같은 특성 때문에 자기테이프가 백업용으로 사용될 때 데이터가 삭제될 수 있는 약점이 있었으나, 최근 생산되고 있는 LTO와 같은 백업용 매체들은 자기테이프의 기록되는 원리를 바꿀 수는 없으므로 운영 시스템에서 우발적 혹은 고의적 삭제가 불가능하도록 설계하여 약점을 보완하였다.

광매체의 경우는 기록할 수 없는 ROM(ROM: read only memory)이나 재기록 가능한 RW(RW: read and write) 계열의 광디스크 사용이 사실상 배제 되어 있기 때문에 한번만 기록이 가능하고 삭제나 추가 변경이 불가능한 R(write one read many) 계열이 고려 대상이다.⁷⁾ 이는 기록관리법 시행규칙 제25조 제1항⁸⁾에 잘 나타나 있다.

SSD, USB 등의 전자매체는 그 동안 장기적

인 사용 측면에서 기록 가능한 횟수와 관련된 기술개발에 초점이 맞춰져 있어서 기록매체의 무결성과 신뢰성 측면은 고려되지 않았다고 볼 수 있다. 이와 같은 상황이므로, 자기테이프와 같이 재기록이 되지 않도록 시스템적인 재기록 방지 해법이 구축될 수 있도록 SSD에 대한 기술적인 부분이 해결되어야만 현실적으로 신뢰성이 보장되면서 보존매체의 용도로서 경쟁력이 확보될 수 있을 것이다.

따라서, 신뢰성의 경우는 임의 삭제가 가능한지 여부에 대한 판단을 적용할 때 비교 평균은 있을 수 없으므로 광매체, 자기테이프를 비교 상위(+++)에, 하드디스크와 전자매체를 비교 하위(+)에 두는 2가지 경우만을 적용하는 것이 적절한 것으로 판단하였다.

3.4.7 재난·비상대비성

재난 비상대비성의 경우는 화재, 태풍 등의 자연재해와 전쟁 등의 비상상황 등을 고려하는 것이다. 화재의 경우는 대부분의 재질이 타버리기 때문에 특별히 매체간의 우열이 있다라고 보기에는 한계가 있다. 다만 직접적으로 타지 않는 높은 온도로 주변이 조성될 경우에는 자기매체보다는 상대적으로 광매체와 전자매체가 온도에 더 안정성을 보일 것이다.

수해 측면에서는 자기매체와 전자매체가 수분에 취약편인데 특히 하드디스크와 SSD가 침수되었을 때는 반드시 완벽하게 건조를 시킨 후 데이터 확인 작업을 해야 한다. 이와 반대로 광매체는 재질자체가 플라스틱 종류로서 수분에 강점을 가지고 있다. 실제 수해의 한 사례를 살펴보면, 2005년에 발생한 미국의 허리케인 카트리나의 경우 수해로 인해 루이지아나주 한 병원에 있던 22만명의 환자 기록물 중에서 하드디스크와 테이프에 저장되어 있던 데이터는 복구가 불가능했지만, BD에 있던 데이터는 약 98% 정도를 재생할 수 있었다(조원익 2012b). 이것은 광매체가 다른 매체보다 물과 관련된 재해에 더 강점을 가지고 있다는 것을 보여주는 사례이다.

전쟁 등의 비상 상황시 폭격 등의 물리적 타격에는 매체의 특성에 상관없이 파괴되므로 비교 순위에는 차이가 없으나, 전자기파 공격에는 매체별로 차이가 있을 것으로 예측된다. 자기매체와 반도체 매체는 각각 자기력과 반도체 회로에 의한 저장방식으로서 전자기폭탄에 의해 영향을 받을 가능성이 크다.⁹⁾ 이와는 반대로 광매체는 빛으로 기록하고 읽는 방식이므로 전자기폭탄으로부터 안전하다고 평가할 수 있다.

이와 같은 특성을 감안해 볼 때 비상·재난 대비성에서는 광매체가 가장 안정적이어서 비

7) 재기록형(RW: read and write)은 고출력 레이저를 사용하여 상변화 물질로 이루어진 기록 막의 성질을 기록 시마다 바뀌게 하는 반면, 기록형1회 기록형(R: write one read many)의 경우 유기물 색소로 된 기록막에 피트를 형성시켜 1회에 한해 기록을 할 수 있도록 되어 있다(국가기록원 2008).

8) 공공기록물 관리에 관한 법률 시행규칙 제25조(광디스크 수록) 1항: 기록물 관리기관이 영 제39조 및 영 제49조에 따라 전자기록물을 광디스크에 수록하여 보존하고자 하는 경우에는 한 번 입력후 삭제 수정 또는 재수룩이 불가능한 형태의 보존매체를 사용함을 원칙으로 한다.

9) 전자기폭탄은 e폭탄이라 불리며 사람에게에는 피해를 주지 않고 상대방의 전자 장비를 무력화하는 무기로서, 폭발하면 텔레비전, 형광등, 자동차, 컴퓨터, 휴대전화 등 반도체로 작동하는 전자기기는 모두 망가진다. 강력한 전자기 펄스가 안테나와 전력선을 타고 이동해 민간, 군사용 가리지 않고 수백 미터내의 전자장치를 모두 파괴할 수 있다.

교 상위(+++)에, 그 다음인 전자매체를 비교 평균(++)에, 그리고 수해와 전자기파 등에 가장 취약한 자기매체를 비교 하위(+)에 각각 배치하였다.

3.4.8 접근·편의성

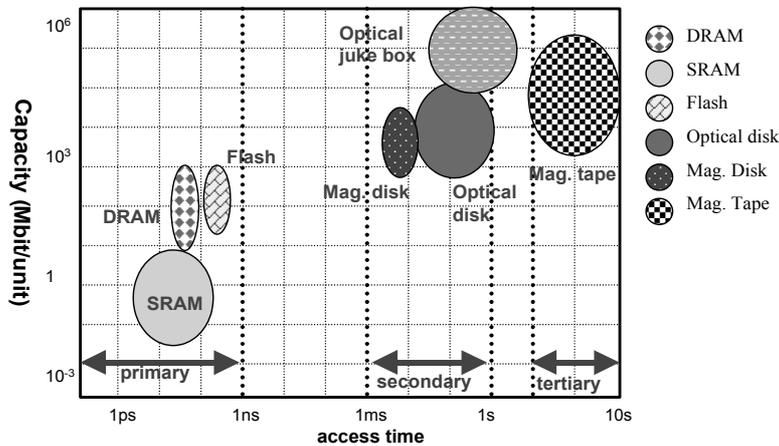
접근성은 매체에 접근하여 필요한 정보를 얻을 때까지 걸린 시간 즉 검색 또는 접근 시간을 말하는데, <그림 1>에서 보여주는 바와 같이 반도체를 기반 기술로 하고 있는 전자매체가 가장 빠르고, 다음으로 하드디스크, 광매체, 자기테이프 순으로 나열할 수 있다.

이와 같이 자기 테이프가 접근성에서 가장 뒤처지는 것은 테이프 표면에 자성체를 입힌 후 외부 신호에 의해 이들 자성체가 자화되면 데이터는 연속적인 작은 자화점(Magnetic Domain)

형태로 구성되어 정보가 기록되는 방식으로 기술이 적용되어 있어 순차적인 접근만이 허용되기 때문이다.

한편 매체 관리, 이동성, 매체 시스템 구비의 단순화 등 편의성 측면에서는 USB가 가장 앞서 있다고 볼 수 있다. 하드디스크, 광매체, SSD는 주로 2.5인치 크기가 보급되고 있어 무게와 크기 그리고 이동성 측면에서 장점이 있다. 이에 반해 자기테이프는 상대적으로 큰 매체의 운영을 위한 시스템을 구비해야 한다는 점과 이로 인해 이동성 요소에서 약점을 가지고 있다.

이와 같은 장단점을 고려하여 접근성과 편의성 측면에서 USB와 SSD가 가장 앞서고 있어 비교 상위(+++)에, 하드디스크와 광매체를 비교 평균(++)에, 자기테이프를 비교 하위(+)에 각각 두었다.



<그림 1> 기록 저장매체의 접근 속도와 용량

출처: 김수경 등(2002)

* DRAM/SRAM(휘발성 메모리형 반도체), Flash(비휘발성 메모리형 반도체; SSD, USB),¹⁰⁾ Mag. Disk (하드디스크), Optical Disk(광디스크), Optical Juke box(광디스크 어레이), Mag Tape(자기테이프)

10) 메모리는 전원차단에 따라 정보가 저장되지 않는 휘발성 메모리와 저장되는 비휘발성 메모리로 나누고, 비휘발성 메모리 중 대표적인 것이 Flash 메모리이며, 우리가 흔히 휴대폰이나 MP3, 메모리카드, 디지털카메라 등에 사용하는 데이터 저장용 반도체소자를 말한다(이주완 등 2009).

3.5 기록매체의 효율적인 점검·관리 방안

현재 기록관리법 시행규칙 제31조(상태조사) 내용에는 전자기록물의 기록매체에 대한 점검 기준은 아예 없고, 점검주기도 보존매체라는 항목으로 5년 주기만을 규정하고 있다. 이에 점검 주기를 매체별로 구분하여 달리 적용하고, 상태조사 주기와 범위 등을 규정하는 것이 필요하다.

상태조사는 조사 주기와 조사 범위, 그리고 조사항목 등으로 구분하여 살펴 봐야한다. 상태조사 주기의 설정은 우선 디지털 기록매체 요구 기준 개발 연구용역보고서(국가기록원 2006)와 2005년 이후 기대 수명과 관련된 8건의 연구 결과를 종합적으로 검토하여 기대수명 범위를 설정한 다음, 안정적인 보존의 시각에서 최소한의 기대 수명을 기준으로 하여 <표 9>에서 제시된 바와 같이 광디스크와 자기테이프는 4년, 하드디스크와 SSD는 1년으로 각각 상태조사 주기를 제시하였다. 자기테이프의 경우는 실제 환경에서의 열화 데이터가 부족하여, 광매체의 4년 단위 기준을 동일하게 적용하였다. SSD의 경우는 앞서 3.4.1 언급한 바와 같이 제작 방식에 따라 수명의 차이가 날 수가 있으므로

로 이에 대한 조사 주기의 연장은 실제 운영부서에서 판단해야 할 것으로 보인다.

너무 잦은 상태조사 주기는 업무의 비효율성이 발생할 수 있는 가능성 있다. 그럼에도 불구하고 상태조사 주기를 최소의 기대 수명으로 설정한 것은 기록물을 영구보존해야하는 목적에서는 어느 시점에 기록물이 영향을 받기 시작하는지가 핵심이기 때문이다. 다시 말해, 아카이브 영역에서는 새로운 기술의 채택, 관리 체계의 변화 등에 굉장히 보수적인 입장을 취해야 하는데 이는 보존 대상 기록물이 유일본이며, 반드시 유지 관리를 해야 하기 때문에 가능한 범위 내에서 최대한 안전한 방식을 채택하는 것이다.

매체에 대한 상태조사를 실시할 때는 실질적으로 매체에 담긴 내용에 지속적으로 접근이 가능한가를 봐야한다. 이를 위해서는 각 매체의 정보를 열어서 확인하는 작업이 필요한데 이때 그 대상량을 정하는 것 즉 조사 범위를 설정하는 것이 쉽지 않은 과제이다. 왜냐하면, 전체량을 다 확인하는 과정은 많은 시간과 인력이 소요되기 때문이다.

<표 10>에서 설명된 바와 같이 미국의 20% 조사 비율처럼 전체 대상 중에서 일정범위를

<표 9> 매체별 기대수명과 상태조사 주기

구 분	연구용역 보고서 (국가기록원 2006)	7건 연구의 기대수명 범위*	상태조사 주기
자기테이프	10~20년	9.3~20년	4년
하드디스크	-	1~7년	1년
광디스크-R	30년	4~9년	4년
SSD	-	1~13년	1년

* Navale(2005), Pinheiro(2007), Kanecko(2008), Barry(2011), 김상국(2011), Li(2011), 이장은(2011)의 연구결과를 참고하여 기대수명의 최소와 최대 범위를 설정

〈표 10〉 미국의 매체 조사 방식(자기테이프 사례/미국연방규정집 제36편 B 1228, 270)

구분	내용
방식	<ul style="list-style-type: none"> • 사용 6개월 이전에 해당 테이프에 대한 시험 실시 <ul style="list-style-type: none"> - 미국 국립표준기술원 또는 산업표준에 부합 확인 • 각 기관은 매년 영구 및 처분 미지정 기록물이 포함된 컴퓨터 자기테이프의 모든 릴의 통계 표본에 대한 판독을 실시하여 데이터의 손실을 확인하고 데이터 손실의 원인을 파악하여 이에 대한 대책 수립 시행 • 조사 비율 <ul style="list-style-type: none"> - 1,800개 이하의 릴을 보유한 테이프 라이브러리의 경우에는 20%의 표본 또는 표본 크기 50릴 중 큰 쪽에 대한 판독 실시 - 1,800개를 초과하는 릴을 보유한 테이프 라이브러리의 경우에는 384릴의 표본에 대한 판독 실시 • 조사 사항 <ul style="list-style-type: none"> - 10개 이상의 오류가 발견된 테이프는 교체되어야 하며 가능한 경우에는 손실된 데이터 복구 실시 - 동일한 원인(테이프의 품질 저하, 사용 빈도 증가, 환경 상태 저하, 부적절한 취급)의 가능성이 있는 다른 모든 테이프에 대한 판독 실시, 필요시 수정 조치

선정하는 것이 현실적이다. 그러나, 조사 대상이 많지 않은 경우는 일정 비율에 큰 영향을 받지 않겠지만, 전체 대상량이 큰 규모일 경우에는 절대수량을 적용하는 것도 배제할 수 없다. 따라서, 조사 대상의 범위 선정 비율은 초기에 15~20% 정도로 시작하고 조사 대상량이 증가해 가는 과정에서 현실적이고 효율적인 비율을 점차적으로 재조정해 나가야 할 것이다. 이때 지켜져야 할 원칙은 가용한 인력과 예산 범위 내에서 최대한 조사를 실시해야 한다는 것이다.

전자기록물의 상태조사에 포함될 항목으로는 매체의 외관 상태(물리적 변화 등), 데이터 오류 여부(정상적인 파일 접근 가능), 파일 생산기관과 담당자, 생산일자, 저장 파일 형식, 운영기기(드라이브) 등이다. 매체의 외관 상태는 물리적인 외부 영향에 의한 파손, 뒤틀림, 흠집 등이 없는지를 보는 항목이고, 데이터 오류 여부는 파일의 내용을 정상적으로 모니터 확인이 가능한지를 보는 것이며, 파일의 신뢰성을 확인하기 위해 생산기관과 담당자, 그리고 생산일

자가 포함되어야 한다. 이와 함께 운영기기와 파일형식도 조사 항목에 포함되어야 하는데 이것은 드라이브와 저장된 파일의 형식이 더 이상 지원되지 않는 버전이라면, 매체에 더 이상 접근이 불가능하기 때문이다. 드라이브는 기계 자체의 수명도 있지만, 그것을 운영하는 소프트웨어의 운영체제도 고려요인이다. 그러므로, 매체와 관련된 상태검사 항목을 구성할 때 관련 장비와 소프트웨어 등의 지속가능성 여부를 확인할 수 있는 내용들이 포함되어야 할 것이다. 이외 또 다른 사항들이 있을 수 있으나, 이는 향후 실제 적용단계에서 보완해 나가는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

4. 결론

기록물을 어떻게 잘 보존하고 유지할 것인가는 앞으로도 지속적으로 해결해 나가야 할 과제이다. 종이기록물 시대보다 훨씬 더 많은 기술적 변수로 인해 시대 흐름을 잘 파악하고 이에

대비해 나가는 것이 불가피한 상황이다. CD가 개발되었던 80년대만 하더라도 대량의 정보를 빠르고 편리하게 활용하고 그리고 100년 이상 보존할 수 있을 것이라는 희망을 주었다. 그러나, 최근의 연구결과로는 10년 이상도 장담할 수가 없다는 결과들이 나오고 있다. 이러한 여건으로 인해 기록매체의 체계적인 선택과 효율적인 관리가 더욱 더 중요한 상황이 되었다.

이에 본 연구에서는 우선 국내 기록매체에 대한 제도 현황을 전반적으로 살펴보고 기록매체 개념의 불명확, 제한된 매체 종류, 매체 선택 고려기준 구체성 미흡, 매체 유지관리 체계 미흡 등 크게 4가지의 미비점을 도출하였다. 이러한 문제점을 개선하기 위한 방안을 찾고자 미국, 영국 등의 해외사례와 더불어 자기매체, 광매체, 전자매체 등 각 기록매체별로 장단점과 최신 연구를 중점적으로 분석하여, 기록매체의 개념 정

리, 매체 종류의 확대, 매체 선택시 고려요소 조정과 비교 기준의 구체화, 효율적인 매체의 보존관리 방안 등 5가지 개선방향을 제시하였다.

앞으로 기록매체 상태조사 항목을 보다 구체화하고 세부적인 절차를 마련하기 위한 연구가 뒤 따라야 한다. 또한, 매체의 장기 안정성을 객관적으로 평가하기 위해서는 실제적인 보존 조건하에서 기록매체의 오류 현상을 장기간 분석하는 연구가 필요할 것이다. 기록물 장기 보존의 관점에서 비상·재난을 대비한 업무연속성 계획(BCP: Business Continuity Planning)¹¹⁾ 측면을 살펴보는 것도 향후 정책방향 설정에 도움이 될 만한 과제라고 생각한다. 모쪼록, 본 연구가 기록관리 분야 관계자들에게 기록매체에 대한 이해를 높이는 데 도움이 되는 한편 기록매체 연구의 중요성과 필요성을 재확인 시킬 수 있는 계기가 되기를 기대한다.

참 고 문 헌

강원용. 2010. 전자기록 저장매체 연구: 하드디스크를 중심으로. 명지대학교 기록정보과학전문대학원 기록관리전공 석사학위논문.

국가기록원. 2006. 디지털 기록매체 요구 기준 개발 연구용역보고서.

국가기록원. 2007. 이관을 위한 보존매체 수록

기준.

국가기록원. 2009. 미국 기록관리 관련 법령.

국가기록원. 2012. 2012년도 기록물 관리 지침.

김락철, 공정현, 김진, 이형효. 2012. 클라우드 서비스 보안 요구사항. 『한국정보기술학회논문집』, 430-434.

김상국. 2011. 광디스크의 상태측정·분석 고찰.

11) BCP(Business Continuity Planning, 업무 연속성 보장 체계)는 갑작스런 재해가 발생하더라도 업무를 중단 없이 지속적으로 수행할 수 있도록 IT 인프라, 인적자원, 물적자원에 대한 예방과 복구 계획을 수립하는 체계로서 IT 시스템에 관한 영역뿐만 아니라, 사람, 사무실 공간, 중요한 문서와 같은 물리적인 자산을 포함하여 순수한 업무영역까지 포괄한다(김정일 등 2008).

- 『기록인』, 14: 86-97.
- 김수경, 김진홍, 이승엽, 최영진. 2002. 『정보저장기기의 기초와 응용』. 흥릉과학출판사.
- 김진홍. 2005. 초소형 광디스크 『전자공학회지』, 32(10): 1249-1259.
- 김정일, 유종기. 2008. 비즈니스연속성 확보의 핵심: IT 재해복구. 『전자공학회지』, 35(12): 111-121.
- 송병호. 2005. 전자기록물을 위한 보존매체의 관리. 『한국문헌정보학회지』, 39(4): 177-192.
- 안창원, 황승구. 2012. 빅데이터 기술과 주요이슈. 『정보과학회지』, 6: 10-17.
- 양준석. 2011. 전자기록 보존매체인 광 디스크에 대한 기록 특성 분석 및 고찰. 중부대학교 대학원 기록관리협동과정 석사학위논문.
- 이강용, 남궁현, 심재철, 조기성, 류원. 2012. 공공분야에서의 빅데이터 활용을 위한 지식자산 구축. 『정보과학회지』, 6: 40-46.
- 이소연. 2011. 국내 전자기록 연구의 동향 분석: 회고와 전망. 『한국기록관리학회지』, 11(2): 7-31.
- 이장은. 2011. 저장장치 시장의 환경변화와 SSD의 성장전망. KDB 산업은행 보고서.
- 이주완, 김남훈, 윤일재. 2009. 비휘발성 메모리 소자 개발 동향 및 SSD 시장 전망. 하나금융산업연구시리즈.
- 유승현. 2012. Optical archives system. 『정보시스템학회 학술대회 논문집』, 40-47.
- 조이형, 김영주. 2011. 미국 전자기록 관리체계 구축 현황 및 시사점 『한국기록관리학회지』, 11(2): 57-76.
- 조원익. 2012a. 장기보존의 Optical archives의 현황과 미래. 『정보시스템학회 학술대회 논문집』, 49-68.
- 조원익. 2012b. 디지털 기록물의 장기보존 기술. 연세대학교 기계공학과 대학원 5월 세미나.
- Barry M. L. 2011. How long is long-term data storage? Proceedings of Archiving 2011, 29-33.
- Barry M. L, Robert D and Matthew L. 2011. Family History Archives. Research on Permanent Data Storage 2011.
- Barry M. L, Douglas H and Matthew L. 2011. Optical Disc Life Expectancy: A Field Report. Conference Paper, Joint International Symposium on Optical Memory and Optical Data Storage (ISOM/ODS).
- Joe Iraci. 2005. The Relative Stabilities of Optical Disc Formats. *Restaurator*, 26(2), 134-150.
- Judith R and Caroline W. 2008. Evaluating file formats for long-term preservation. National Library of the Netherlands. <http://www.kb.nl/hrd/dd/dd_links_en_publicaties/publicaties/KB_file_format_evaluation_method_27022008.pdf>.
- Kaneko H, Takuya M, and Eiji F. 2008. Three-Level Error Control Coding for Dependable Solid-State Drives. Proceedings of the 14th IEEE Pacific Rim International Symposium on Dependable Computing.

- Karen F. G and Miriam B. K. 2012. Preservation in the Digital Age. *Library Resources & Technical Services*, 56(1): 25-43.
- K-L Li, Y-Y Huang, Y-H Hung, C-P Li, and M-H Pan. 2011. A Dual Layer Blu-ray Recordable Disc with Improved Archive Lifetime. Conference Paper, Joint International Symposium on Optical Memory and Optical Data Storage (ISOM/ODS).
- Kurt D. Bollacker. 2010. Avoiding a Digital Dark Age. *American Scientist*, 98(3): 106-114.
- K-Y Lee, D-S Lim, K-H Kim, W-I Choi, and Y-J Kim. 2012. Evaluation of Data Stability and Analysis of Degradation Factors of Digital Versatile Disk Recordable for Archival Application. *Japanese Journal of Applied Physics*, 51.
- Navale, V. 2005. Predicting the Life Expectancy of Modern Tape and Optical Media. *RLG DigiNews*, Aug 15, 9:4.
- Pinheiro, E, Wolf-Dietrich Weber, and L Andre Barroso. 2007. Failure Trends in a Large Disk Drive Population. Proceedings of the 5th USENIX Conference on File and Storage Technologies.
- Shahani, Chandru J., Basil Manns, and Michele Youket. Longevity of CD Media: Research at the Library of Congress. Preservation Research and Testing Division, Washington, DC.
- Slattery, Oliver., Richard Lu, Jian Zheng, Fred Byers, and Xiao Tang. 2004. Stability Comparison of Recordable Optical Discs - A study of error rates in harsh conditions. *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*, 109: 517-524.
- Tom Simonite and Michael Le Page. 2010. Digital doomsday: the end of knowledge. *New Scientist*, 2745.

[관련 표준]

- NAK/S 13:2008 디지털 기록매체 요구 기준.
TNA 2008 Digital Preservation Guidance Note 2: Selecting Storage Media for Long-Term Preservation.

[관련 법령]

- 「공공기록물 관리에 관한 법률」 법률 제10010호, 2010.2.4, 일부개정.
「공공기록물 관리에 관한 법률 시행령」 대통령령 제22673호, 2011.2.22, 일부개정.
「공공기록물 관리에 관한 법률 시행규칙」 행정안전부령 제297호, 2012.5.31, 타법개정.