

A Risk Analysis by the Ratio of Basin Area to Capacity Based on the Reservoir Failures in South Korea

Young Kyu Lee⁺

Disaster Management Research Team, FILK affiliated with KFPA, 1030 Gyeongchung-daero, Ganam-eup, Yeosu-si, Gyeonggi-do, Korea

Abstract

There are about 17,000 reservoirs in South Korea and the reservoir failures repeat almost every year. Although many factors influence the failures, we focus on the effects of the ratio of basin area to capacity (B/C ratio) in this study. Especially, the effect of the B/C ratio looks more remarkable in small and medium-sized reservoirs which do not have sluice gates to control floods. First of all, we build up the database of reservoir failures in South Korea for a statistical analysis of the risks with B/C ratio. A total of 170 failures were collected from the multiple sources such as request of information disclosure, literature review and media report search. We failed to find out the specifications of 33 failures as they were abolished due to breach of reservoirs. All small and medium-sized reservoirs in South Korea were assigned into five categories by the B/C ratio, and the failure frequencies were analyzed in each category. The results showed a qualitative trend that the categories with a larger B/C ratio had a higher frequency, but the limitation was found in a quantitative analysis of risk sensitivity.

Key words: reservoir, reservoir failure, reservoir breach, capacity, basin area, risk

1. 서론

2017년 7월 16일 시간당 최대 90mm의 집중호우가 괴산군 지역에 발생하였다. 괴산군 소재, 한국수력원자력이 관리하는 괴산댐은 당시 위험수위에 다다른 수문 7개 가운데 2개를 열고 물을 방류하기 시작했다. 하지만 좀처럼 수위가 내려가지 않자, 모든 수문을 개방하였다. 이와 같은 댐의 운영은 하류 지역에 침수 피해를 야기했다(Byun, 2017; Kwon, *et. al.*, 2019). 이 사건이 사회적으로 더더욱 문제화 된 것은 괴산댐 운

영자의 홍수 조절 논란으로 괴산댐 관리소장의 죽음까지 이어졌다는 점이다(Yoon, 2017).

괴산댐 유역면적은 671km²로 국내 최대를 자랑하는 소양강댐 유역면적 2,703km² 대비 1/4 수준으로 넓다. 그러나 저수용량은 1,500만 톤으로 소양강댐 29억 톤 대비 1/193에 불과하기 때문에 소규모 댐으로 분류되고 있다(Kim, 2018). 괴산댐과 같이 저수량에 비해 큰 유역을 갖는 경우 댐 관리와 운영을 담당하는 기관에게는 상당한 부담이 된다.

연천댐은 1996년 7월 27일 연천지역에 내린 집중호

⁺ Corresponding author: Young Kyu Lee, Tel. +82-31-887-6718, Fax. +82-32-887-6720, e-mail. youngQLee@kfpa.or.kr

우 때 댐 오른쪽 둑 61.2m가 붕괴됐다. 이후 댐 수문 5곳을 증설하는 등 보강, 복구공사를 했으나 1999년 8월1일 집중호우가 내리자 이번에는 댐 왼쪽 둑 40m가 다시 무너졌다. 두 차례의 붕괴는 하류 지역에 물난리를 일으켜 한탄강국민관광지를 포함해 주택 수백가구가 침수됐다. 이 댐은 물난리 주범으로 주민들의 원성을 사 2000년 6월 30일 완전히 철거됐다(Heo, 2010). 연천댐은 1986년에 완공되었으며 저수량 1,347만 톤에 유역면적 1,833km²를 갖고 있었다. 연천댐의 저수량은 괴산댐(저수량 1,500만 톤)과 유사하지만 유역면적은 괴산댐(유역면적 671km²)의 약 3배에 이터, 괴산댐보다 더 악 조건의 유역을 갖고 있었음을 알 수 있다.

저수량에 비해 큰 유역을 갖는 제체의 리스크는 댐 뿐 아니라 저수지에서도 이슈가 되고 있다. 2018년 7월 1일 전남 보성군 모원저수지가 붕괴되었다. 모원저수지는 1945년에 준공되었으며 0.8km²의 유역면적과 0.93만 톤의 저수량을 갖는 작은 저수지 이다(Lee, 2018). 모원저수지의 유역(ha)/저수량(천톤) 비는 8.6으로 소양강댐의 유역/저수량 비 0.09 대비 약 92배 커, 모원저수지 또한 저수량 대비 큰 유역을 갖고 있음을 알 수 있다.

앞에서 언급한 괴산댐, 연천댐, 모원저수지는 저수량 대비 상당히 큰 유역을 갖는 사례에 해당한다. 특히 저수량 대비 큰 유역 문제는 홍수시 수문조절이 불가능한 저수지에서 더욱 심각하다. 수문이 있는 경우, 사전 방류 등의 홍수조절이 가능하지만 수문이 없는 소류지의 경우 홍수조절은 현실적으로 불가능하기 때문이다.

본 연구에서는 유효저수량 30만 톤 이하의 저수지에 한하여 저수량 대비 유역면적에 따른 저수지 붕괴 리스크의 변화를 분석한다. 리스크의 변화는 국내 저수지 사고 통계를 기반으로 분석하였다. 이를 위해서 정보공개, 국내 문헌조사 및 언론기사 검색을 통하여 저수지 사고 DB를 구축하였다. 저수량 대비 유역면적 별 저수지 사고 통계를 기반으로 저수지 붕괴 리스크 변화를 분석하였다.

II. 국내 저수지 사고 DB 구축

국내 저수지의 관리 주체는 한국농어촌공사와 지자체로 나뉜다. 행정안전부는 지자체와 한국농어촌공사의 자료를 취합하여 보유하고 있다. 본 연구에서 저수지 사고 DB 구축은 행정안전부와 한국농어촌공사를 통해서 획득한 사고자료 이외에 문헌 및 기사 검색을 통하여 국내 저수지 사고 DB를 구축하였다.

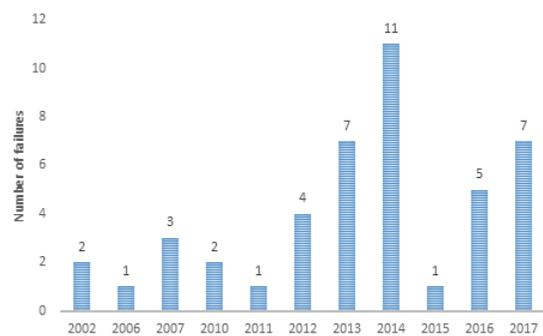


Figure 1. Yearly failures distribution of Korean reservoirs since 2002 (MOIS)

행정안전부(MOIS)로부터 2002년 이후 저수지 피해 현황 자료를 수집하였다. 행정안전부 자료에는 저수지명, 준공년도, 관리자, 피해일자, 피해원인, 피해내용, 피해액/복구액 정보가 담겨 있다. <Figure 1>은 행정안전부 사고 자료의 연별 분포를 보여준다. 2014년 11건의 사고가 발생하여 최다빈도를 기록하였다. 해빙기에 5건 호우기에 6건의 사고가 발생하였다. <Table 1>은 사고 모드별 분포를 보여준다. 제체유실 사고가 24건, 누수가 12건, 기타 사고가 8건으로 나타났다. <Table 2>는 사고를 유발한 위험요인별 분포를 보여준다. 호우시 22건의 사고가 발생했으며 태풍시 7건, 기타(해빙기 등) 15건이 기록되었다.

한국농어촌공사(KRCC)로부터는 2015년 이후 공사관리 저수지 사고현황 자료를 수집하였다. 제공된 자료에는 <Table 3>과 같이 4건의 사고만이 수록되어 있다.

정보공개를 통해 얻은 저수지 사고 자료 이외의 추

Table 1. Distribution by failure modes (MOIS)

Failure Modes	Reservoirs
Breach	24
Piping	12
Etc.	8
Total	44

Table 2. Distribution by hazards triggering failures (MOIS)

Hazards	Reservoirs
Rains	22
Typhoons	7
Etc.	15
Total	44

가 자료를 확보하기 위하여 문헌 검토를 실시하였다. 수해방지 종합대책 백서(TFWDP, 1999)에는 효기저수지 붕괴사고(1961)부터 1999년의 저수지 5곳 붕괴사고에 이르기까지 총 58건의 저수지 붕괴사고를 담고 있다. 단 붕괴사고 자료의 원출처는 기록되어 있지 않다.

수해방지 종합대책 백서(TFWDP, 1999)에 나타난 저수지 붕괴사고 자료에는 저수지 소재 광역시, 시/군, 저수지명, 붕괴년도, 저수량, 제체길이, 제체높이 정보가 담겨 있다. <Figure 2>는 수해방지 종합대책 백서(TFWDP, 1999)에 나타난 연별 저수지 붕괴사고 분포를 보여준다. 1998년에 42건의 저수지 붕괴사고가 기록되어 다른 해에 비해 압도적인 빈도를 보여주고 있다.

Joo(2011)는 소규모 저수지 붕괴 피해 저감에 관한 석사학위 논문에서 47건의 국내 댐 및 저수지 붕괴 사례를 보고하고 있다. 해당 논문에서 자료 확보 경로에 대해서는 언급되어 있지 않다. 저수지(댐) 붕괴사고 자료에는 저수지(댐)명, 소재지역, 댐체형식, 피해내용, 발생년도의 정보가 담겨 있다. <Figure 3>은 Joo(2011)의 연별 저수지 붕괴사고 수를 보여준다. 태풍

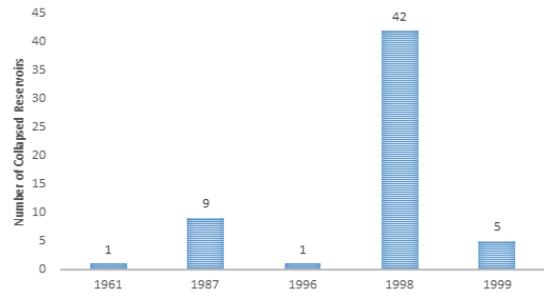


Figure 2. Yearly collapsed reservoirs in Korea (TFWDP, 1999)

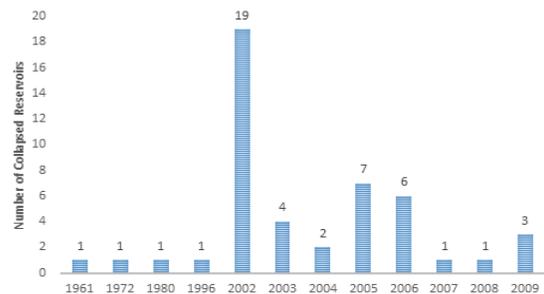


Figure 3. Yearly collapsed reservoirs in Korea (Joo, 2011)

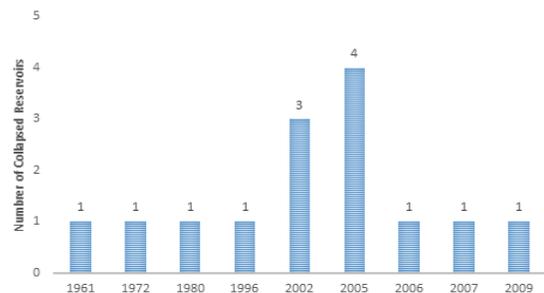


Figure 4. Yearly collapsed reservoirs in Korea (Shin & Lee, 2012)

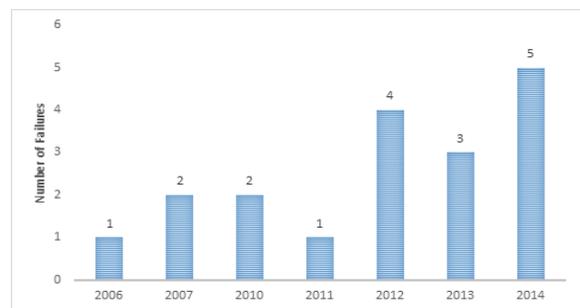


Figure 5. Yearly collapsed reservoirs in Korea(Kim, 2015)

Table 3. Reservoir failures from the KRCC Since 2015

Reservoirs (Constructed)	Local	Year	Hazards	Description
Daebul (1974)	Jinan-gun	2015	Aged	Piping
Naengcheon (1957)	Yeongam-gun	2016	Aged	Piping
Top (1945)	Yeongcheon-gun	2016	Aged	Piping
Yongyeon (1962)	Cheonan-si	2017	Rain	Breach

루사(RUSA)가 있었던 해인 2002이 19건으로 최다빈도를 나타내고 있다.

Shin & Lee(2012)는 소규모 농업용 저수지의 안전관리를 다루는 논문에서 14건의 저수지·댐 붕괴사례를 제시하였다. 사고 자료에는 붕괴사고 발생년도, 저수지명, 저수지 위치 및 피해 내역 정보가 담겨져 있다. <Figure 4>는 Shin & Lee(2012) 자료의 연별 분포를 보여준다. 2005년에 저수지 붕괴사고가 4건으로 최다빈도를 보이고 있다.

Kim(2015)은 농업용 중소규모 저수지 안전에 관한 연구에서 2006~2014 기간의 18건의 저수지 사고 자료를 제시하였다. Kim(2015) 자료에는 저수지명, 준공년도, 시설물 종별, 소재지, 붕괴년도, 붕괴원인, 피해 내용 정보가 담겨져 있다. <Figure 5>는 Kim(2015) 사고 자료의 연별 분포를 보여준다. <Figure 5>는 최근으로 올수록 저수지 사고가 증가하는 동향을 보이는 것으로 오인할 수 있게 하고 있으나 이런 동향은 다른 문헌에서는 나타나고 있지 않다.

앞에서 언급한 정보공개를 통한 자료 확보, 문헌 검색을 통한 자료 확보 외에 언론 기사 검색을 통하여 36건의 저수지 사고 자료를 수집하였다. 사고 자료를 DB로 구축함에 있어, 저수지명, 준공년도, 소재지, 사고일자, 촉발위험, 3일누적강수량, 사고모드, 피해, 출처 정보를 수록하였다. <Figure 6>은 언론 기사 검색을 통해서 확보한 36건 사고 자료의 연별 분포를 보여준다. 2002년이 최다빈도를 보이고 있으며, 가장 최근인 2018년에는 3건의 사고가 검색되었다. 전남 보성군의 모원저수지가 2018년 7월 1일이 붕괴되었고, 강원 철원군의 학저수지는 제체 월류가 있었으나 다행히 붕괴되지는 않았다. 그리고 경북 포항시의 용천저수지의 월류 위기로 주민 대피령이 있었으나 더욱 심각한 상황은 발생하지 않았다. 언론 기사 검색을 통해 확보한 자료에는 경북 포항시 용천저수지 사례와 같이 월류위기로 주민 대피령이 발령된 사건들도 사고 자료로 수집하였다.

정보공개, 문헌조사, 언론기사검색을 통해서 총 221

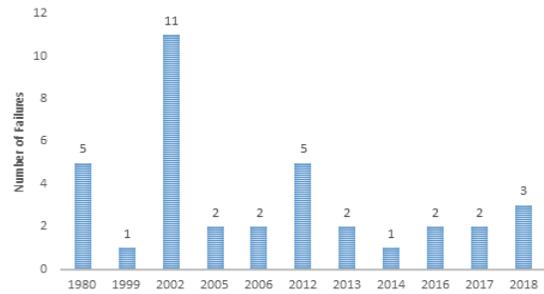


Figure 6. Yearly failures distribution in Korea (present)

건의 저수지 사고 자료를 확보하였다. 221건 중 각 출처에서 중복된 사고 자료는 51건에 해당한다. 따라서 중복되지 않은 총 저수지 사고건수는 170건이었다. <Figure 7>은 170 사고건(Failures)에 대한 연별 분포와 제체(제당)유실사고(Breaches)의 연별 분포를 보여준다. 태풍 루사가 있었던 해인 2002년의 경우 저수지 사고건은 21건에 달했지만, 이 중 제체유실사고는 5건에 그쳤음을 알 수 있다.

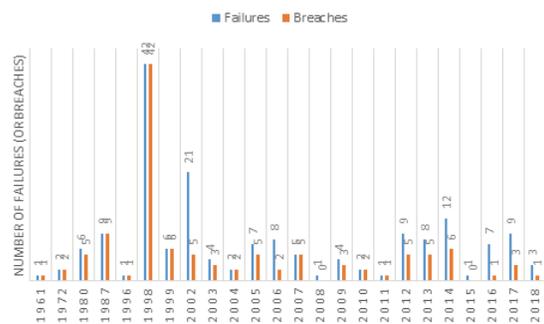


Figure 7. Yearly failures or breaches distribution in Korea (present)

III. 저수량 대비 유역면적의 리스크

전국에 대한 저수지 현황 자료는 WAMIS(국가수자원관리종합정보시스템)의 협조를 받아 확보하였다. WAMIS는 한국농어촌공사와 지자체 방문조사를 통하여 2016년 저수지 현황자료를 공개하고 있다. 해당 자료에는 저수지명, 한발빈도, 수원공구분, 소재지, 유역면적, 유효저수량, 만수면적, 제당높이, 제당길이, 댐형식, 인가면적, 순관계면적, 관계배수면적, 구역의 급수면적, 착공년도, 준공년도, 관할기관명, 표준유역코드, 표준유역명 정보가 담겨 있다.

WAMIS에 따르면 전국에는 총 17,277 개소의 저수지가 분포되어 있다. 이 중 유역면적 또는 유효저수량이 0으로 표기된 저수지는 82개소로, 유역면적과 유효저수량 정보를 확인할 수 있는 저수지는 총 17,195개로 나타났다.

저수지에 수문이 있는 경우, 홍수조절이 가능하기 때문에 저수량 대비 유역면적의 리스크 특성이 나타나지 않을 수 있다. 일반적으로 저수량 30만톤 이하의 중소저수지로 구분되며, 중소저수지는 수문 없이 물넘이(여수로)를 통하여 만수시 수위가 조절되는 특징을 갖는다. 중소저수지는 홍수조절이 불가능하기 때문에 저수량 대비 적정 유역면적 이상을 갖는 경우 붕괴 리스크가 커진다고 알려져 있다.

본 연구에서는 유효저수량 30만톤 이하의 전국 저수지를 모수로 통계분석을 실시하였다. WAMIS 자료에 따르면, 유역면적과 유효저수량 정보를 알 수 있는 전국 저수지 17,915개소 중 15,965개소(92.8%)가 유효저수량 30만톤 이하에 해당한다. 30만톤 이하 저수지의 유역면적 범위는 0.1 ~ 7,182 ha로 최소와 최대 간의 비는 71,820배가 된다. 반면 유효저수량 범위는 0.1 ~ 300 천 m^3 로, 최소와 최대 간의 비는 3,000배가 된다.

유효저수량 30만톤 이하 저수지의 유효저수량(C in 1,000 m^3) 대비 유역면적(B in ha)의 비(B/C)는 0.0147 ~ 845.6522 범위를 갖는 것으로 나타나, 최소와 최대 간의 비는 57,527배로 나타났다. <Figure 8>은 B(basin area in ha) / C(Capacity in 1,000 m^3) 비의 구간에 따른 저수지 분포를 보여준다. 대부분의 저수지가 10 이하에 존재하는 것을 알 수 있다.

일반적으로 <Figure 8>과 같이 한쪽으로 편향된 분포를 갖는 경우 로그를 취하면 종 모양의 분포로 변換이 된다. <Figure 9>는 자연로그를 취한 ln(B/C)의 구간별 저수지 분포를 보여준다. ln(B/C) 표본의 평균(μ)은 1.05, 표준편차(σ)는 1.15로 분석됐다.

<Figure 10>은 ln(B/C)의 μ 와 σ 로 정규화한 $Z=(\ln(B/C)-\mu)/\sigma$ 구간별 저수지 분포를 보여준다. Z의 중간부인 $0.25 \geq Z > -0.25$ 구간에는 전수 저수지 15,965

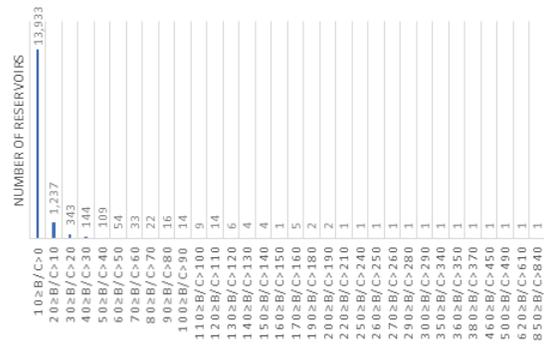


Figure 8. Reservoirs in B (basin area in ha) / C (capacity in 1,000 m^3) intervals

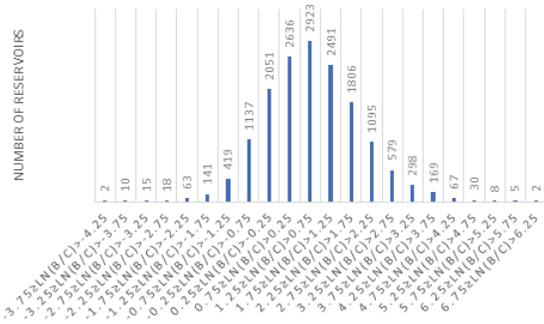


Figure 9. Reservoirs in {ln B (basin area in ha) / C (capacity in 1,000 m^3)} intervals

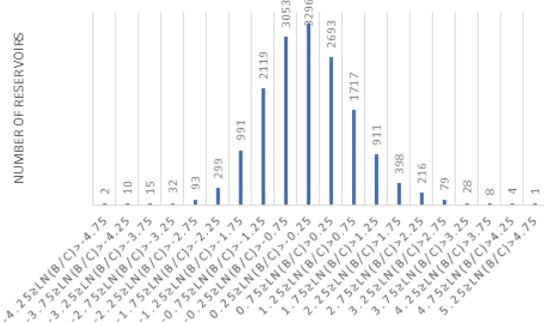


Figure 10. Reservoirs in {(ln(B/C)-μ)/σ} intervals

개소(30만톤 이하 저수지) 중 3,296개소가 포함되어 비율로는 20.6%에 해당한다. <Table 4>는 Z 구간에 따른 5단계 범주를 보여준다. <Table 4>와 같이 범주를 구성할 경우 대략적으로 각 범주에 전수 저수지의 약 20%가 포함되는 것을 알 수 있다.

유역면적 대비 저수량 비의 범주에 따른 리스크 변동을 분석하기 위해서는 2장에서 수집한 국내 저수지 사고 DB에 유역면적과 유효저수량 정보를 추가하는 것이 필요하다. 이를 위해서 국내 저수지 사고 DB의

Table 4. Categories for the ratios of basin area to capacity

Categories	Ranges	Reservoirs	Proportion
I	$-0.75 \geq Z$ ($1.21 \geq B/C$)	3,561	22.3%
II	$-0.25 \geq Z > -0.75$ ($2.16 \geq B/C > 1.21$)	3,053	19.1%
III	$0.25 \geq Z > -0.25$ ($3.82 \geq B/C > 2.16$)	3,296	20.6%
IV	$0.75 \geq Z > 0.25$ ($6.79 \geq B/C > 3.82$)	2,693	16.9%
V	$Z > 0.75$ ($B/C > 6.79$)	3,362	21.1%
Total		15,965	100.0%

where $Z = (\ln(B / C) - \mu) / \sigma$

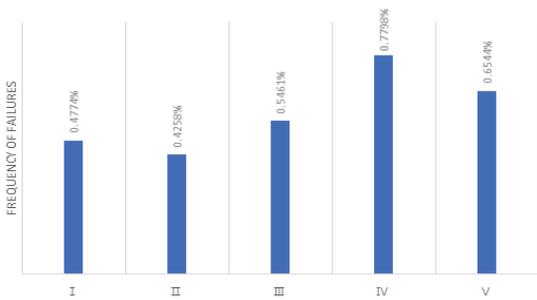


Figure 11. Frequency of failures in the categories

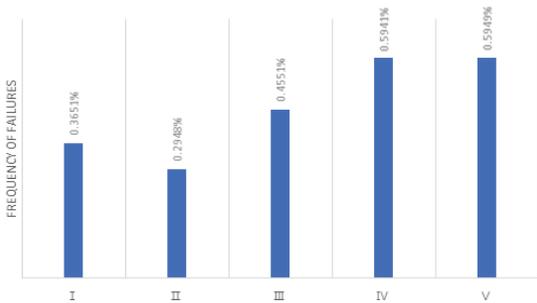


Figure 12. Frequencies of breaches in the categories

저수지명과 저수지 소재지 정보를 바탕으로 WAMIS 전국 저수지 현황 DB와 연결하여 사고 저수지의 유역면적과 유효저수량 정보를 추정하였다. 170건의 저수지 사고 건수 중 33건(19.4%)에 대해서는 유역면적과 유효저수량 정보를 확인할 수 없었다. 이 중 대다수의 저수지는 사고 이후 복구가 아닌 폐기된 것으로 추정된다. 따라서 본 연구에서 유효저수량 대비 유역면적 산정이 가능한 사고저수지는 137건으로 축소되었다.

사고저수지 137건의 중 107건(78.1%)이 유효저수량 30만톤 이하 저수지 사고였으며 나머지 30건(21.9%)

은 30만톤 초과 저수지 사고인 것으로 나타났다. 본 연구에서는 유효저수량 30만톤 이하의 저수지를 대상으로 하고 있으므로, 분석에 가용한 사고저수지는 107건에 해당한다. 저수지 사고 107건 중 91건이 호우시에 발생했으며, 나머지 16건은 해빙기, 지진, 공사중 발생했다. 저수량 대비 유역면적의 리스크는 호우시 관련이 크기 때문에, 분석에 가용한 저수지 사고는 91건으로 축소되었다. <Figure 11>은 호우시 저수지 사고 91건의 유효저수량 대비 유역면적 비의 범주별 사고 빈도를 보여준다. 대략적으로 비가 큰 범주로 갈수록 사고 빈도가 커지는 경향을 보이고 있다. <Figure 12>는 저수지 사고 중 체체유실 사고(73건)만 선별한 빈도를 보여준다. 기타 사고(18건)에는 파이핑, 월류, 월류위기(대피) 사고 등이 포함된다. <Figure 12>는 범주 II를 제외하면 범주가 I에서 V로 증가할수록 붕괴 빈도가 증가하는 것을 알 수 있다.

지금까지의 분석을 통해서 저수량 대비 유역면적 비의 범주별 리스크 변동을 확인할 수 있었다. 지금까지 수집된 자료를 바탕으로 볼 때, 저수량 대비 유역면적 비가 커질수록 저수지 붕괴 리스크가 증가하는 경향이 있다는 것을 정성적으로 확인할 수 있었으나, 정량적으로 확정하기에는 가용 자료의 한계가 존재한다. <Table 5>는 <Figure 12>의 자료를 보여주며 여기서 가장 우측 상대빈도(Relative)는 범주 III의 사고빈도를 기준으로 한 상대적 빈도를 말한다. 범주 II를 제외하면 범주명이 커질수록 저수지 붕괴 리스크가

Table 5. Relative frequencies of breaches in the categories

Categories	Reservoirs	Breaches	Frequencies	Relative
I	3,561	13	0.3651%	0.80
II	3,053	9	0.2948%	0.65
III	3,296	15	0.44551%	1.00
IV	2,693	16	0.5941%	1.31
V	3,362	20	0.5949%	1.31

증가한다는 것을 정량적으로 일부 확인할 수 있다. 이와 같은 정량적 검증의 한계는 제원을 알 수 없는 사고 건수 33건의 영향이 클 것으로 판단되며, 또 다른 한 가지 중요한 요인은 모든 저수지 사고 자료가 본 연구에서 확보되었다는 보장이 불가능하기 때문이다. 이와 같은 연구의 진행에 있어서 자료 무결성은 매우 중요하다. 국내 저수지 사고가 국가 차원에서 관리될 수 있는 기반이 필요하다.

IV. 결론

본 연구에서는 국내 저수지사고 DB를 구축하였다. 정보공개, 문헌조사, 언론기사검색 방법을 통하여 구축하였으며, 총 171건의 사고자료를 확보할 수 있었다. 하지만 본 연구에서 확보한 사고가 모든 저수지 사고를 포함하고 있다는 보장을 할 수 없다는 한계를 갖는다. 사고 자료 수집은 재난 연구에서 가장 기초가 되는 작업이 된다. 현행 저수지 사고는 국가 차원에서 통계 관리가 되고 있지 않은 실정이다. 국가 차원에서 저수지 사고가 관리되고 연구에 활용될 수 있는 환경 개선이 필요해 보인다.

저수량 대비 유역면적의 5단계 범주별 사고빈도를 통해서 리스크 변동을 분석하였다. 범주명이 커질수록 정성적으로 리스크가 증가하는 경향이 있다는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 정량적으로 리스크의 증가 성향을 확인하는 데는 성공하지 못하였다. 본 연구에서는 실패 사유로 두 가지 주요 원인을 제시하였다. 첫 번째는 저수지 사고 기록은 있으나 저수지 관리 대상 제외 등의 이유로 저수지 제원을 알 수 없어 분석에서 배제된 사고 건수가 33건으로 전체 사고건수 170

건 중 19.3%에 이른다는 점이다. 두 번째는 본 연구에서 확보한 저수지 사고 건수가 국내 모든 사고를 포함하고 있다는 보장을 할 수 없다는 점이다.

최근 기후변화로 인하여 이상기후 현상 발생빈도가 증가하고 있다. 강수량 이상기후 발생시 저수량 대비 유역면적 비가 큰 저수지는 재난에 더욱 취약해질 수 있다. 이상기후를 효과적으로 대처하기 위해서는 이상기후에도 적응할 수 있도록 기존 저수지 제원 관리와 신규 저수지 설계가 필요하다. 본 연구의 결과를 응용하여 저수량 대비 적정 유역면적을 권고하는 데 활용할 수 있을 것이다.

저수지 사고 자료가 추후 저수지 재난 관리 연구와 국내 저수지 사고 관리의 도움이 되고자 본 연구에서 확보한 저수지 사고 자료 170건에 대해서 부록으로 게재하였다.

감사의 글

본 연구는 행정안전부 극한 재난대응 기반기술 개발사업의 연구비지원(2018-MOIS31-009)에 의해 수행되었음.

References

- Energy Times. 2018. 8. 31. Geosan Dam Issue Came up Again in a Year, It's OK if Kwater was God.
- Hankyoreh. 2010. 3. 11. Design Error Caused the Breach of Yeoncheon Dam.
- Joo, Jo Han. 2011. The Experimental Study of the Reinforcement Technique for the Breach Damage Mitigation on the Small Scale Reservoir. M.A degree. Hongik University.

Kim, Hyun Soo. 2015. For Agricultural Small and Middle Reservoirs, it's Time to Need to Pay Careful Attention for Extra Safety. *RRI Focus*. 45(1): 1-17.

Kwon, S. A., J. I. Na, and S. S. Byun. 2019. 'Rivers of Joseon' Analysis of the Disaster Management System During the Great Flood of the Eulchuk Year. *The Journal of the Korea Contents Association*. 19(1): 472-483.

Lee, Young Kyu. 2018. Risk Analysis for Reservoir Collapse by a Multi-Hazard Approach. *Crisisonomy*. 14(11): 123-134.

Shin, E. C. and J. K. Lee. 2012. Safety Management Improving Way of Small Agricultural Reservoir. *J. Korean Geosynthetics Society*. 11(3): 53-58.

TFWDP. 1999. White Report of Comprehensive Measures for Water Disaster Protection, Task Force for Water Disaster Protection. Office of President Korea.

Yeonhap News Agency. 2017. 10. 2. [Local Issue] Still Goesan Dam Issue Having Experienced Overtopping Crisis by Heavy Rains.

Yeonhap News Agency. 2017. 7. 20. 'Flood Control' Issue, Chief of Geosan Dam Killed Himself.

Korean References Translated from the English

권설아, 라정일, 변성수. 2019. 조선시대와 현대의 재난관리체계 비교분석: '조선의 하천' 을축년 대홍수와 괴산댐 월류를 중심으로. *한국콘텐츠학회논문지*. 19(1): 472-483.

김현수. 2015. 농업용 중소규모 저수지! 건전성 확보를 위한 세심한 관심이 필요한 때. *RRI 포커스*. 45(1): 1-17.

수해방지대책기획단. 1999. 수해방지 종합대책 백서. 대통령비서실.

신은철, 이종근. 2012. 소규모 농업용 저수지의 안전관리 개선 방향. *한국토목섬유학회논문집*. 11(3): 53-58.

에너지타임즈. 2018년 8월 31일자. 괴산댐 논란 1년 만에 고개... 수자원공사 신(神)이라야 가능. 김진철.

연합뉴스. 2017년 10월 2일자. [지역이슈] 폭우로 범람위기 겪은 괴산댐 논란 여전. 변우열.

연합뉴스. 2017년 7월 20일자. '홍수 조절' 논란 괴산수력발전소 장 습진 채 발견. 윤우용.

이영규. 2018. 복합재난접근법에 의한 저수지 붕괴 리스크 분석. *Crisisonomy*. 14(11): 123-134.

주요한. 2011. 소규모 저수지의 붕괴 피해 저감을 위한 보강기법의 실험적 연구. 석사학위논문. 홍익대학교 대학원.

한겨레신문. 2010년 3월 11일자. 연천댐 붕괴는 부실설계 탓. 허종식.

Received: Sep. 23, 2019 / Revised: Oct. 24, 2019 / Accepted: Oct. 30, 2019

국내 저수지 사고 기반 저수량 대비 유역면적에 따른 리스크 분석

국문초록 국내에 약 17,000여 개의 저수지가 분포되어 있으며, 저수지 사고는 거의 매년 반복되고 있다. 저수지 사고에 영향을 주는 여러 요인이 있으나, 본 연구에서는 저수량 대비 유역면적 비에 따른 리스크 영향을 분석하고자 한다. 특히 저수량 대비 유역면적 비에 따른 리스크 영향은 수문이 없어 홍수조절이 불가능한 중소저수지에서 두드러진다. 리스크 영향을 국내 저수지 사고 통계 기반으로 분석하기 위해서 우선 먼저, 저수지 사고 DB 구축을 실시하였다. 정보공개 청구, 문헌 조사, 언론기사 검색 활동을 통하여 170건의 사고 DB 구축을 하였다. 저수지 붕괴시 일부는 복구가 아닌 폐지 절차를 밟는다. 이로 인하여 170건의 사고 중 33건에 달하는 사고 저수지에 대해서는 저수지 제원을 확인할 수 없었다. 국내 중소저수지 전수를 저수량 대비 유역면적 비에 따라 5단계 범주로 구분하여 각 범주별 사고 빈도를 분석하였다. 저수량 대비 유역면적 비가 큰 범주일수록 사고빈도가 증가하는 경향을 찾을 수 있었다. 하지만 정량적인 리스크 증가 분석에는 한계가 있었다. 후속 연구자들이 저수지 사고 자료 수집에 많은 자원을 낭비하지 않길 바라는 마음으로 본 연구에서 수집한 170건의 사고 자료를 부록에 게재하였다.

주제어 : 저수지, 저수지 사고, 저수지 붕괴, 저수량, 유역면적, 리스크

Profiles **Young Kyu Lee** : He received his B.A., M.A., Ph.D. from Chungbuk National University, Korea in 2010. He is a researcher of the FILK (Fire Insurers Laboratories of Korea) affiliated with KFPA (Korean Fire Protection Association). His interesting subjects and areas of research are natural hazard management, multi-hazard approach, and disaster insurance(youngQLee@kfpa.or.kr).

<부록> 국내 저수지 사고 자료

명칭 (준공)	지역	연도	월	일	축발 위험	사고 모드	피 해	출처	소재지	유역 면적 (ha)	유효 저수량 (천톤)	만수 면적 (ha)	제당 높이	댐형식
효기 (1958)	전북 남원군	1961	7	11	호우	제체 유실	사망 155명. 부상 65명	Joo (2011)	전북 남원시 이백면 효기리	460	223	5	16	필댐 (존형)
구덕 (폐지)	부산 서구	1972	9	14	호우	제체 유실	사망 75명	Joo (2011)						토언제 균일형
구덕 (폐지)	부산 서구	1972	9	14	호우	제체 유실	사망 75명	Shin and Lee (2012)						
공평 (1952)	충남 아산시	1980	7	22	호우	유티	아산군 송악면 역촌리 공평저수지가 22일 오전 11시부터 범람, 저수지 밀 주민 3백여 가구 1천여명이 마을 뒷산에 있는 광덕사에 대피했다	①	충남 아산시 송악면 공평리	4,333	6,717	112	19	필댐 (존형)
수문 (폐지)	충북 보은군	1980	7	22	호우	제체 유실	보은 읍내는 22일 하오 2시30분쯤 보은읍을 둘러싸고 있는 내북면 장속저수 지·산외면 아시저수지·누북면 수문저수지 등 3개 저수지 둑이 터지고	②	충북 보은군 내북면					
아시 (1967)	충북 보은군	1980	7	22	호우	제체 유실	보은 읍내는 22일 하오 2시30분쯤 보은읍을 둘러싸고 있는 내북면 장속저수 지·산외면 아시저수지·누북면 수문저수지 등 3개 저수지 둑이 터지고	②	충북 보은군 산외면 아시리	71.0	12.0	0.4	6.0	토언제 균일형
아취 (폐지)	충북 보은군	1980	7	22	호우	제체 유실	보은군 회북면과 내북면, 사내면에 260mm의 집중호우가 쏟아져 장속저 수지, 아취저수지, 회북저수지 등 3개 저수지의 제방이 무너지는 바람에 보은읍과 내북면 창리 일대가 침수돼	①						
장속 (폐지)	충북 보은군	1980	7	22	호우	제체 유실	주택 1동 및 농경지 유실	Shin and Lee (2012)	충북 보은군 내북면					
회북 (폐지)	충북 보은군	1980	7	22	호우	제체 유실	보은군 회북면과 내북면, 사내면에 260mm의 집중호우가 쏟아져 장속저 수지, 아취저수지, 회북저수지 등 3개 저수지의 제방이 무너지는 바람에 보은읍과 내북면 창리 일대가 침수돼	①						
관기 (폐지)	충북 영동군	1987				제체 유실		TFWDP (1999)					4	
길담 (폐지)	충북 보은군	1987				제체 유실		TFWDP (1999)			-		8	
둔기 (1970)	경남 함양군	1987				제체 유실		TFWDP (1999)	경남 함양군 병곡면 언덕리	82	13	0	9	토언제 중심점 토형
산골 (1945)	충남 공주시	1987				제체 유실		TFWDP (1999)	충남 공주시 탄천면 남산리	60	22	1	8	토언제 중심점 토형
성북 (1964)	충남 서천군	1987				제체 유실		TFWDP (1999)	충남 서천군 비인면 성북리	60	25	2	7	토언제 중심점 토형
월곡 (1979)	경남 산청군	1987				제체 유실		TFWDP (1999)	경남 산청군 생초면 월곡리	266	40	1	11	토언제 중심점 토형
적읍 (폐지)	충북 보은군	1987				제체 유실		TFWDP (1999)					14	
죽교 (폐지)	충남 부여군	1987				제체 유실		TFWDP (1999)					2.1	
차동 (1945)	충남 부여군	1987				제체 유실		TFWDP (1999)	충남 부여군 육산면 내대리	53	10	1	5	토언제 균일형
연천댐 (폐지)	경기연 천군	1996	7	27	호우	제체 유실	집중호우 때 댐 오른쪽 둑 61.2m가 붕괴, 주택 50동 유실	Shin and Lee (2012)	경기 연천군 전곡읍 신달리	183,300.0	13,473.0		22.6	콘크리 트댐
고막 (1945)	경기 김포시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경기 김포시 월곶면 고막리	150	31	2	4	토언제 균일형
교암 (1945)	충북 보은군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	충북 보은군 수한면 교암리	90	2	0	8	토언제 균일형
남신 (1945)	경북 포항시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 포항시 북구 흥해읍 남송리	52	5	1	3	필댐 (존형)
내곡 (1945)	경북 의성군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 의성군 다인면 덕지리	40	21	1	6	필댐 (균일형)
내곡 (1945)	경북 청도군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 청도군 화양읍 유등리	87	13	1	6	필댐 (존형)
녹동 (1945)	경북 군위군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 군위군 효령면 장군리	64	11	0	7	필댐 (존형)
농도원 (폐지)	인천 강화군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)				10		
대덕 (1945)	충남 당진시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	충남 당진시 대덕동	39	5	1	4	토언제 균일형
대안 (1945)	경북 포항시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 포항시 북구 용흥동	50	12	2	6	필댐 (존형)
덕성 (1945)	경북 포항시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 포항시 북구 흥해읍 덕성리	203	79	2	12	필댐 (존형)
도산 (1961)	충남 당진시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	충남 당진시 정미면 도산리	95	17	1	6	토언제 중심점 토형
도장골 (폐지)	경북 포항시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)					5	
먹골 (폐지)	경기 남양주 시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)				6		
백교 (폐지)	경기 구리시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)			2	3		
불매곡 (1956)	경북 청도군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 청도군 화양읍 다로리	19	1	0	6	필댐 (존형)

명칭 (준공)	지역	연도	월	일	축발 위험	사고 모드	피 해	출처	소재지	유역 면적 (ha)	유효 저수량 (천톤)	만수 면적 (ha)	계당 높이	댐형식
상장기 (1965)	경북 청도군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 청도군 풍각면 성곡리	4	5	0	8	필댐 (존형)
샛터 (1955)	충북 보은군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	충북 보은군 보은읍 어암리	20	4	0	5	토언제 균일형
서경 (1945)	경기 이천시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경기 이천시 모가면 서경리	290	123	3	6	토언제 중심점 토형
성리 (1966)	충북 보은군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	충북 보은군 수한면 성리	90	22	1	9	토언제 균일형
세장골 (폐지)	경북 포항시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)					4	
순덕 (1945)	경북 청도군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 청도군 이서면 팔조리	6	4	0	6	필댐 (존형)
신방 (1945)	경북 군위군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 군위군 외흥면 신덕리	321	96	2	8	필댐 (존형)
신시 (1945)	충남 당진시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	충남 당진시 정미면 신서리	96	9	2	5	토언제 중심점 토형
신평 (1973)	인천 강화군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	인천광역시 강화군 불은면 삼동암리	77	13	2	7	토언제 균일형
양태 (1965)	경기 김포시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경기 김포시 하성면 양태리	142	38	2	7	토언제 균일형
어둔 (1972)	경기 양주시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경기양주시어둔 동	125	7	2	3	토언제 균일형
오가실 (1945)	경북 상주시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 상주시 외서면 가곡리	50	4	1	5	필댐 (존형)
용산 (1979)	전북 남원시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	전북 남원시 운봉읍 용산리	94	123	2	20	토언제 중심점 토형
용연 (1961)	충남 당진시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	충남당진시용연 동	411	22	3	6	토언제 중심점 토형
윤오골 (1945)	강원 양구군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	강원 양구군 남면 죽리	75	5	0	5	필댐 (균일형)
정운 (1945)	경북 구미시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 구미시 해평면 도무리	84	23	1	7	필댐 (코어형)
증상골 (1945)	충북 보은군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	충북 보은군 마로면 갈평리	269	47	2	6	필댐 (존형)
진정 (1968)	전남 영광군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	전남 영광군 홍농읍 가곡리	40	14	10	7	토언제 균일형
초곡2 (1967)	경북 포항시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 포항시 북구 흥해읍 초곡리	73	5	0	6	필댐 (존형)
치목 (1951)	전북 무주군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	전북 무주군 적상면 괴목리	50	82	1	3	토언제 균일형
평가 (폐지)	충북 보은군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)					5	
한각골 (폐지)	충북 보은군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)					10	
한실 (1962)	충북 보은군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	충북 보은군 마로면 수문리	90	17	1	7	토언제 균일형
항곡 (1955)	충남 당진시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	충남 당진시 고대면 항곡리	104	82	4	7	필댐 (균일형)
항죽 (1949)	경북 청도군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 청도군 각남면 칠성리	107	10	1	9	필댐 (존형)
홍계 (1945)	경북 포항시	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	경북 포항시 남구 대송면 홍계리	78	4	0	10	필댐 (존형)
홍골 (1945)	충북 보은군	1998				제체 유실		TFWDP (1999)	충북 보은군 보은읍 어암리	22	9	0	6	토언제 균일형
연천댐 (폐지)	경기연 천군	1999	8	1	호우	제체 유실	1999년 8월1일 집중호우가 내리자 이변에는 댐 왼쪽 폭 40m가 다시 무너졌다. 이 댐은 물난리 주범으로 주민들의 원성을 사 2000년 6월30일 완전히 철거됐다.	③	경기 연천군 전곡읍 신답리	183,300.0	13,473.0		22.6	콘크리 트댐
상산명 (1947)	충남 계룡시	1999				제체 유실		TFWDP (1999)	충남 계룡시 염사면 도곡리	60	2	0	5	필댐 (코어형)
송암 (1969)	전남 영광군	1999				제체 유실		TFWDP (1999)	전남 영광군 염산면 송암리	8	7	0	6	토언제 균일형
장곡 (1986)	충남 홍성군	1999				제체 유실		TFWDP (1999)	충남 홍성군 은하면 장곡리	97	173	2	18	토언제 중심점 토형
중리2 (1968)	전남 해남군	1999				제체 유실		TFWDP (1999)	전남 해남군 송지면 서정리	14	15	1	9	토언제 균일형
핏골 (폐지)	경북 영주시	1999				제체 유실		TFWDP (1999)			4		7	
가화 (1969)	전남 고흥군	2002	8	31	태풍 루사	제체 유실	정수지·제방 일부 유실	Joo (2011)	전남 고흥군 도화면 가화리	237	335	5	17	필댐 (존형)
거진 (폐지)	강원 거진군	2002	8	31	태풍 루사	기타 파손	여수토 유실, 농경지 유실	Joo (2011)						토언제 균일형
거진 (폐지)	강원 고성군	2002	8	31	태풍 루사	기타 파손	여수토 유실, 농경지 유실	④						

명칭 (준중)	지역	연도	월	일	축발 위험	사고 모드	피 해	출처	소세지	유역 면적 (ha)	유효 저수량 (천톤)	만수 면적 (ha)	제당 높이	맹형식
경포 (1972)	강원 강릉시	2002	8	31	태풍 루사	기타 파손	제당외제측 경사면 하단부(80m) 세굴 및 여수로·방수로(90m) 완전유실 하류농경지(60ha) 유실·매물	Joo (2011)	강원 강릉시 지변동	1,180.0	1,127.0	21.3	17.3	필댐 (존형)
광동댐 (1988)	강원 삼척시	2002	8	31	태풍 루사	기타 파손	여수로 유실, 농경지 유실	④	강원 삼척시 하장면 광동리	12,500.0	8,000.0	100.0	39.5	중앙과 수벽형 록필댐
구상 (1999)	전북 남원시	2002	8	31	태풍 루사		이설도로 100m 원호활동파괴	Joo (2011)	전북 남원시 아영면 구상리	151	396	4	37	필댐 (존형)
달산 (폐지)	경북 영덕군	2002	8	31	태풍 루사	제체 유실	제당 유실	Joo (2011)						
달산 (폐지)	경북 영덕군	2002	8	31	태풍 루사	유티 위기	유티 위기. 2개 마을 대피	Joo (2011)						토인제 중심점 토형
달산 (폐지)	경북 영덕군	2002	8	31	태풍 루사	유티 위기	유티 위기, 2개 마을 대피	④						
동막 (1940)	강원강릉시	2002	8	31	태풍 루사	제체 유실	제당 230m 유실, 주택 침수·붕괴, 농경지 침수, 교량파괴 등	행안부(20181203)	강원 강릉시 구정면 어단리	1,839.0	902.3	12.8	24.2	필댐 (존형)
묘곡 (폐지)	경북 영덕군	2002	8	31	태풍 루사	기타 파손	저수지 여수로·방수로 급류부(100m) 및 외제사면(100m) 유실(15억원)	Joo (2011)						토인제 중심점 토형
묘곡 (폐지)	경북 영덕군	2002	8	31	태풍 루사	기타 파손	방수로 및 사면 유실(15억원)	④						
상관 (1979)	경북 상주시	2002	8	31	태풍 루사	기타 파손	정수지 옹벽 파손(32백만원)	④	경북 상주시 모동면 상관리	2,200.0	5,679.2	72.0	23.7	필댐 (존형)
성주 (1987)	경북 성주군	2002	8	31	태풍 루사	유티 위기	12000명 대피. 진수지 하단부(길이 80m, 폭 3m) 및 돌담대 유실 정수지 토구 축벽 및 콘크리트 방수로 파손. 발전소 진입로 유실(7억원)	Joo (2011)	경북 성주군 가천면 중산리	14,960	28,150	205	63	필댐 (존형)
수평 (1961)	전남 구례군	2002	8	31	태풍 루사	유티 위기	제당 유티로 인한 활동	Joo (2011)	전남 구례군 산동면 내산리	35	39	1	8	필댐 (존형)
오봉 (1983)	강원강릉시	2002	8	31	태풍 루사	기타 파손	방수로 옹벽 8m 유실(26억원)	④	강원 강릉시 성산면 오봉리	10,900.0	12,707.6	79.4	50.6	필댐 (존형)
장현 (1947)	강원강릉시	2002	8	31	태풍 루사	제체 유실	제당 85m 유실, 주택 13가구, 1.5km 이내 농경지 침수	행안부(20181203)	강원 강릉시 장현동	1,152.0	2,176.0	43.6	16.1	필댐 (존형)
죽전 (1954)	경남 함천군	2002	8	31	태풍 루사	유티 위기	유티 위기, 2개 마을 대피	④	경남 함천군 쌍백면 죽전리	28	8	2	5	토인제 중심점 토형
철통 (2005)	강원 고성군	2002	8	31	태풍 루사	제체 유실	제당제체 유실, 농경지 유실	Joo (2011)	강원 고성군 현내면 철통리	164.0	25.0	3.5	8.5	중심코 어형록 필댐
탄금 (1942)	전남 담양군	2002	8	31	태풍 루사	기타 파손	여수로 및 제방 공극(0.8m)	Joo (2011)	전남 담양군 봉산면 기곡리	100	36	4	5	필댐 (존형)
효곡 (1983)	전남 구례군	2002	8	31	태풍 루사	유티 위기	유티위기	④	전남 구례군 간전면 효곡리	1,200	3,120	23	42	필댐 (존형)
미천 (폐지)	경북 의성군	2003	8	31	태풍 루사	제체 유실	집중호우로 위천 수위가 상승하여 미천제 2개소가 외수압에 의해 붕괴발생	Joo (2011)						토인제 균일형
송월 (1945)	전북 정읍시	2003	8	31	태풍 루사	기타 파손	제당 외제 하단부(L=10m, B=5m, H=4m) 유실(5백만원)	Joo (2011)	전북 정읍시 북면 태곡리	22	10	1	5	필댐 (존형)
수동 (1975)	경북 영덕군	2003				제체 유실	방수로일부전도. 제당일부유실	Joo (2011)	경북 영덕군 창수면 수리	625	433	5	23	필댐 (존형)
원부 (1944)	경기 여주시	2003				제체 유실	제당 일부 유실	Joo (2011)	경기 여주시 집동면 관한리	630	576	15	13	필댐 (존형)
가평 (1961)	전북 고창군	2004				제체 유실	방수로(B=2.0 H=2.0) 20m가 전도되면서 물 흐름을 방해 좌우로 유티하여 방수로 접속도로(콘크리트포장)가 유실 농경지가 매몰되고 제방(논두렁 H=4-5m)가 유실	Joo (2011)	전북 고창군 신림면 가평리	212	306	5	19	필댐 (존형)
운정 (1956)	광주 북구	2004				제체 유실	운정저수지 제당외제가 슬라이딩되어 제당 붕괴(L=30mH=7.0m). 농경지 80여평이 매몰	Joo (2011)	광주광역시북구 운정동	20	27	1	7	필댐 (존형)
석교 (1945)	전북 익산시	2005	8	3	호우	제체 유실	산사태, 매물	④	전북 익산시 팔봉동	25.0	24.7	1.6	3.8	토인제 균일형
가목 (1942)	전북 완주군	2005				기타 파손	여수로·방수로 유실(L=15m×B=7m)	Joo (2011)	전북 완주군 용진읍 신지리	45	39	1	5	필댐 (존형)
덕암 (폐지)	경남 함양군	2005				호우	주택 2동 침수	Shin and Lee (2012)						
신덕 (1983)	전남 해남군	2005				제체 유실	농경지 유실	Shin and Lee (2012)	전남 해남군 마산면 연구리	0.0	0.0	0.0	4.0	토인제 균일형
영천 (1985)	전남 보성군	2005				호우	농경지 침수	Shin and Lee (2012)	전남 보성군 회천면 영천리	725.0	2,575.8	42.7	20.0	필댐 (존형)
월산1 (1965)	전남 영암군	2005				기타 파손	제당 슬라이딩(B=2.0 H=1.5 L=30m)	Joo (2011)	전남 영암군 군서면 월곡리	18	21	1	8	필댐 (존형)
장천 (1968)	전남 보성군	2005				호우	농경지 침수	Shin and Lee (2012)	전남 보성군 북내면 장천리	118.0	113.0	3.6	16.0	토인제 균일형
송호 (1947)	강원 원주시	2006	1	18	해빙기	제체 유실	제당 5m 유실, 주택 2동 및 농경지 침수	행안부(20181203)	강원 원주시 지정면 월송리	32.0	25.1	1.2	5.6	토인제 균일형
죽곡 (1964)	경남 함양군	2006	7	19	호우	유티 위기	앞서 18일 오전 8시5분께 함양군 지곡면 덕암저수지의 범람이 우려되면서 인근 5개마을 주민 160여명이 마을회관과 면사무소 등지로 긴급 대피했다.	⑤	경남 함양군 지곡면 덕암리	27	2	0	4	토인제 중심점 토형
죽산 (1989)	경남 함양군	2006	7	19	호우	유티 위기	함양 수동면 하교마을과 구리마을 42세대 90여명의 주민들이 하천 범람과 죽산저수지 붕괴 우려로 면사무소 등지로 대피했다.	⑤	경남 함양군 수동면 죽산리	216	548	6	38	필댐 (존형)
기치 (폐지)	경북 의성군	2006				기타 파손	제당 외제측 B=12m, H=10m 슬라이딩. 제당 붕괴 위기	Joo (2011)						
당곡 (1987)	경북 포항시	2006				제체 유실	제당 외제측 중간부분(L=60m) 붕괴	Joo (2011)	경북 포항시 북구 기계면 미현리	75	3	1	2	필댐 (존형)

명칭 (준중)	지역	연도	월	일	축발 위험	사고 모드	피 해	출처	소재지	유역 면적 (ha)	유효 저수량 (천톤)	만수 면적 (ha)	제당 높이	범형식
삼합 (1944)	경기 여주시	2006				기타 파손	축제가 포화되어 미끄러짐 현상발생(L=10m B=5m)	Joo (2011)	경기 여주시 침동면 삼합리	170	145	5	12	필댐 (준형)
오촌 (1945)	경기 안성시	2006				기타 파손	방수로(5.5×1.4×40.0m)와 토공355m 3가 붕괴됨	Joo (2011)	경기 안성시 서운면 오촌리	60	4	1	6	필댐 (준형)
칠동 (1945)	전남 보성군	2006				기타 파손	제당외계 하단부 일부(B=50.0m, L=35.0m) 유실	Joo (2011)	전남 보성군 별교읍 칠동리	62	13	1	9	토언제 균일형
사곡 (1945)	경북 청도군	2007	7	12	부실 시공	제체 유실	제당 10m 유실, 주택 2동 파손, 돈사 파손, 농경지 3,300㎡ 매몰	행안부(20181203)	경북 청도군 근천면 오봉리	8.0	4.1	0.2	6.0	필댐 (준형)
춘정1 (1964)	전남 보성군	2007	9	15	호우	제체 유실	제방 유실, 농경지 침수	Kim (2015)	전남 보성군 미력면 용정리	35.0	11.1	0.5	8.5	토언제 균일형
춘정1 (1964)	전남 보성군	2007	9	15	호우	제체 유실	제당 20m 유실, 주변 농경지 유실	행안부(20181203)	전남 보성군 미력면 용정리	35	11	0.5	8.5	토언제 균일형
대사 (1945)	전남 고흥군	2007	9	16	호우	제체 유실	제당 20m 유실, 농경지 3,000㎡ 매몰	행안부(20181203)	전남 고흥군 도덕면 봉덕리	22.0	16.0	0.7	6.0	필댐 (준형)
미력 (폐지)	전남 보성군	2007				제체 유실	제방 붕괴(25m)	Joo (2011)						
만봉 (1957)	전남 나주시	2008				기타 파손	저수지 비상통관이 파손. 인접 농경지 침수	Joo (2011)	전남 나주시 보황면 만봉리	1,117	2,408	16	11	필댐 (준형)
내사 (폐지)	경기 여주시	2009	7	12	호우	제체 유실	농경지 침수	Shin and Lee (2012)						
교동 (1945)	전북 고창군	2009				제체 유실	제방 붕괴. 농경지 유실	Joo (2011)	전북 고창군 대산면 산정리	69	7	2	4	필댐 (준형)
금곡 (1940)	전북 익산시	2009				제체 유실	제방 붕괴. 농경지 유실	Joo (2011)	전북 익산시 왕궁면 용화리	33	11	1	3	토언제 균일형
화지 (1958)	전남 나주시	2009				기타 파손	여수토 축수로 바다 세굴. 물넘이 부위 전도(15m)	Joo (2011)	전남 나주시 산포면 화지리	230	165	13	6	필댐 (준형)
명곡 (1945)	전북 완주군	2010	7	23	호우	제체 유실	제당 10m 유실, 농경지 3ha 침수 및 유실	행안부(20181203)	전북 완주군 비봉면 내월리	29	8	0.5	6.0	토언제 균일형
양곡 (1945)	전북 익산시	2010	7	23	호우	제체 유실	제당 25m 유실, 농경지 1.5ha 침수 및 유실	행안부(20181203)	전북 익산시 왕궁면 동봉리	47	6	0.6	4.0	토언제 균일형
적곡 (1967)	전북 정읍시	2011	8	9	호우	제체 유실	제방 유실, 농경지 침수, 1명이 사망하고, 부상 2명. 이재민 1천225명이 발생, 제당 70m 유실, 농경지 매몰, 산외면 소재지 침수 등	Kim (2015)	전북 정읍시 산외면 평사리	120	80	0.3	16.5	토언제 균일형
두야 (1966)	충남 태안군	2012	8	12	호우	제체 유실	제당 60m 유실, 농경지 침수	행안부(20181203)	충남 태안군 근흥면 두야리	29	11	0.8	4.6	토언제 중심점 토형
어은 (1945)	전북 남원시	2012	8	28	태풍 블라벤	제체 유실	제당 24m 유실, 도로, 농경지 침수	행안부(20181203)	전북 남원시 사매면 대율리	13	17	1.1	8.1	토언제 중심점 토형
범화 (1945)	전남 보성군	2012	8	30	태풍 블라벤	기타 파손	방수로 파손	⑥	전남 보성군 문덕면 동산리	49	10	1	7	토언제 균일형
불거지 (폐지)	전남 영암군	2012	8	30	태풍 블라벤	제체 유실	제당 범람 및 붕괴	⑥						
관촌 (1945)	전남 해남군	2012	8	30	태풍 블라벤	제체 유실	제당 30m 유실, 농경지 침수	행안부(20181203)	전남 해남군 황산면 관촌리	23	40	2.2	3.6	토언제 균일형
온수 (1968)	전남 해남군	2012	8	30	태풍 블라벤	기타 파손	방수로 파손	⑥	전남 해남군 화원면 산호리	46	29	1	6	토언제 균일형
울지 (1945)	전북 고창군	2012	8	30	태풍 블라벤	기타 파손	제당사면 및 여수토 유실	⑥	전북 고창군 대산면 울촌리	36	11	3	4	토언제 균일형
죽림 (1945)	전북 고창군	2012	8	30	태풍 블라벤	제체 유실	제당 40m, 여수토 유실, 농경지 침수	행안부(20181203)	전북 고창군 무장면 월림리	15	13	1.1	7.0	토언제 균일형
풍지 (1945)	전남 보성군	2012	8	30	태풍 블라벤	기타 파손	제당사면 유실	⑥	전남 보성군 미력면 조당리	25	6	1	6	토언제 균일형
산대 (1964)	경북 경주시	2013	4	12	해빙기	제체 유실	제당 10m 유실, 농경지 11,861㎡, 주택 5동, 상가 6동 침수	행안부(20181203)	경북 경주시 안강읍 산대리	41	194	4.9	12.0	필댐 (준형)
고산 (폐지)	전북 완주군	2013	7	5	호우	제체 유실	완주군 고산면의 고산저수지에서 공사 중이던 둑 일부가 무너져 내렸다.	⑦	전북 완주군 고산면					
동선 (1940)	부산 강서구	2013	7	4	노후	파이 핑	노후화로 인한 누수	행안부(20181203)	부산광역시 강서구 동선동	45	8	0.3	9.5	토언제 중심점 토형
밤나무 (1953)	부산 강서구	2013	7	4	노후	파이 핑	노후화로 인한 누수	행안부(20181203)	부산광역시 강서구 동선동	6	2	0.3	5.0	토언제 중심점 토형
조산 (1956)	전북 고창군	2013	7	5	호우	제체 유실	옹벽 30m 파손, 농경지 2.3ha 침수	행안부(20181203)	전북 고창군 고수면 상평리	1,600	3,340	44.5	22.0	필댐 (준형)
지소 (1996)	전북 장수군	2013	7	7	호우	기타 파손	제당 30m 슬라이딩, 방수로 옹벽 15m 파손	행안부(20181203)	전북 장수군 계북면 양악리	1,380	3,197	22.0	49.3	필댐 (준형)
대관 (1957)	경기 이천시	2013	7	22	호우	제체 유실	제당 30m 유실, 농경지 2.3ha 침수	행안부(20181203)	경기 이천시 부발읍 고백리	153	51	3.5	4.4	토언제 중심점 토형
옥촌 (1945)	경기 여주시	2013	7	22	호우	제체 유실	제당 10m 완전유실, 주택 2동, 비닐하우스 5동, 하천 제방 1km 유실, 농경지 20ha 유실·침수 등	행안부(20181203)	경기 여주시 대신면 옥촌리	136	55	1.6	6.3	토언제 균일형
화장 (1987)	경북 청송군	2014	3	29	해빙기	제체 유실	청송군 부남면 화정리 화장저수지 제방 상부 증간부(60m지점)이 함몰된 것을 산책하던 주민이 발견해 농어촌공사에 신고했다.	⑧	경북 청송군 부남면 화장리	1,692	3,404	44	26	필댐 (코어형)
화장 (1987)	경북 청송군	2014	3	29	해빙기	기타 파손	제체 내측 상단부 사면 침하, (침하 L4m×B1m×H3m)	행안부(20181203)	경북 청송군 부남면 화장리	1,692	3,404	43.9	25.7	필댐 (코어형)
화본 (1958)	경북 군위군	2014	3	30	해빙기	파이 핑	제체 허부를 가로지르는 관수로 끝막음 노후로 누수 발생, (끝막음 1개소 농경지 침수 0.3ha)	행안부(20181203)	경북 군위군 산성면 화전리	210	155	9.4	10.0	필댐 (준형)
공계 (1945)	충북 제천시	2014	4	9	해빙기	파이 핑	제당 여수로 주변 공동구 발생으로 누수	행안부(20181203)	충북 제천시 백운면 도곡리	18	4	0.7	3.2	토언제 균일형
신대 (1977)	충남 청양군	2014	4	9	안전 사고	안전 사고	교량 콘크리트 타설 중 교량스라브 붕괴, (붕괴 L14m×B7m×H0.7m)	행안부(20181203)	충남 청양군 운곡면 신대리	962	1,925	27.7	18.6	필댐 (준형)

명칭 (준중)	지역	연도	월	일	축발 위험	사고 모드	피 해	출처	소재지	유역 면적 (ha)	유효 저수량 (천톤)	만수 면적 (ha)	계당 높이	맹형식
반계 (1961)	전남 나주시	2014	5	3	노후	파이 핑	제체 하부를 가로지르는 관수로 끝막음 노후로 누수 발생, (끝막음 1개소)	행안부(20181203)	전남 나주시 남평읍 오계리	40	84	1.6	6.4	필댐 (존형)
괴연 (1945)	경북 영천시	2014	8	21	호우	제체 유실	제당 20m 유실, 주택 11동, 농경지 7.4ha 유실·침수 등	행안부(20181203)	경북 영천시 괴연동	125	61	6.1	5.5	필댐 (균일형)
옥포2 (1968)	부산 강서구	2014	8	25	호우	제체 유실	노후 및 호우로 인한 범면 석축 유실(제방유실 32㎡)	행안부(20181203)	부산광역시 강서구 송정동	48	71	0.4	8.0	토인제 중심점 토형
내덕 (1945)	부산 기장군	2014	8	25	호우	제체 유실	제당 47m 유실, 주택 1동, 건물 1동, 교량 1개소, 농경지 유실·침수 등	행안부(20181203)	부산광역시 기장군 장안읍 덕선리	287	45	0.8	11.0	토인제 중심점 토형
금난곡 (1945)	부산 기장군	2014	8	25	호우	제체 유실	제당 10m 유실, 농경지 0.1ha 침수	행안부(20181203)	부산광역시 기장군 철마면 이곡리	12	3	0.9	6.0	토인제 중심점 토형
북군 (1971)	경북 경주시	2014	9	6	노후	파이 핑	제체 하부를 가로지르는 관수로 끝막음 노후로 누수 발생, (끝막음 1개소 농경지 침수 0.1ha)	행안부(20181203)	경북 경주시 북군동	130	115	4.0	10.1	필댐 (존형)
부미골 (1945)	경북 영덕군	2014	9	25	호우	제체 유실	제당 6m 유실, 농작물 660㎡ 침수 및 유실, 양방 41군 침수	행안부(20181203)	경북 영덕군 영덕읍 화개리	5	4	0.2	4.2	필댐 (존형)
대탈 (1974)	전북 진안군	2015	10	25	노후	파이 핑	제체 하부를 가로지르는 관수로 끝막음 노후로 누수 발생(끝막음 1개소)	행안부(20181203)	전북 진안군 주천면 대탈리	267	205	4.2	16.2	필댐 (존형)
안천 (1970)	경북 경주시	2016	3	11	해빙기	파이 핑	제방 누수(80년경 물리민들 직접 확장 시공하면서 중심토 미설치)	행안부(20181203)	경북 경주시 안강읍 산대리	14	5	0.6	3.2	필댐 (존형)
사곡 (1961)	경북 경주시	2016	3	17	해빙기	파이 핑	제방 누수(77년 증축 당시 시공 부실 가능성)	행안부(20181203)	경북 경주시 강동면 안계리	65	11	0.6	6.0	필댐 (코어형)
냉천 (1957)	전남 영암군	2016	6	7	노후	파이 핑	농경지 2.3ha 침수	행안부(20181203)	전남 영암군 신북면 이천리	680	590	14.7	13.5	필댐 (존형)
탑 (1945)	경북 영천시	2016	8	30	노후	파이 핑	제체 하부를 가로지르는 관수로 끝막음 노후로 누수 발생, (끝막음 1개소 농경지 침수 2.85ha)	행안부(20181203)	경북 영천시 근호읍 신월리	137	202	9.8	5.0	필댐 (존형)
사곡 (1945)	경북 경주시	2016	9	12	지진	제방 균열	제방 균열 (경주지진)	⑨	경북 경주시 외동읍 말방리	42	34	0.8	9.1	필댐 (코어형)
토상 (1945)	경북 경주시	2016	9	12	지진	제방 균열	제방 균열 (경주지진)	⑨	경북 경주시 외동읍 제내리	250	133	5.2	8.5	필댐 (코어형)
사당골 (1907)	울산 북구	2016	10	5	태풍 차바	제체 유실	제방 45m 유실, 용수로 300m 및 취수시설 유실, 하류 둔사, 주택, 농경지 침수 및 유실 등	행안부(20181203)	울산광역시 북구 부룡동	85	46	1.0	8.5	필댐 (존형)
대별 (1970)	대전 동구	2017	7	5	노후	파이 핑	노후화로 하루 여수로 측면부 누수	행안부(20181203)	대전광역시 동구 대별동	34	16	0.7	9.2	토인제 중심점 토형
안간이 (1967)	충북 청주시	2017	7	16	호우	제체 유실	제당유실 15m	행안부(20181203)	충북 청주시 상당구 낭성면 지산리	66	3	0.9	6.0	토인제 균일형
도원 (1976)	충북 보은군	2017	7	16	호우	월류 위기	보은에서는 내북면 도원저수지가 한때 범람위기를 맞아 도원리에 사는 수십명의 주민이 내북면사무소로 대피했다.	http://news1.kr/articles/23049455	충북 보은군 보은읍 삼산리	284	547	8	18	필댐 (존형)
무내미 (1954)	충남 천안시	2017	7	16	호우	기타 파손	집중호우로 제체 비탈면 유실, (유실 30m)	행안부(20181203)	충남 천안시 동남구 동면 송연리	120	19	0.5	5.0	토인제 균일형
밤고개 (1977)	충남 천안시	2017	7	16	호우	제체 유실	집중호우로 제체 붕괴(붕괴50m)	행안부(20181203)	충남 천안시 동남구 동면 광덕리	150	15	1.9	5.0	토인제 중심점 토형
송정 (1960)	충남 천안시	2017	7	16	호우	기타 파손	집중호우로 방수로 하부 세굴(세굴 20m)	행안부(20181203)	충남 천안시 동남구 동면 강송리	75	12	1.2	7.0	토인제 중심점 토형
용연 (1962)	충남 천안시	2017	7	16	호우	제체 유실	제방 유실, 농경지 침수	한국농어촌공사	충남 천안시 동남구 목천읍 서흥리	2,070	3,050	49.2	17.3	필댐 (존형)
차여 (1969)	충남 천안시	2017	7	16	호우	기타 파손	집중호우로 제체 비탈면 유실, (유실 50m)	행안부(20181203)	충남 천안시 동남구 동면 수남리	71	35	2.4	5.5	토인제 균일형
괴산댐 (1957)	충북 괴산군	2017	7	16	호우	월류 위기	수문개방으로 인한 하류 침수피해(괴산댐 하류 지역에서 2명이 숨지고 113억원의 재산피해), 댐관리소장 자살	⑩	충북 괴산군 칠성면 사은리	67,100	5,700		28.0	발전댐
모원 (1945)	전남 보성군	2018	7	1	호우	제체 유실	제방유실	⑪	전남 보성군 회천면 봉강리	80	9	1.5	6.0	토인제 균일형
학 (1923)	강원 철원군	2018	8	29	호우	월류	월류했으나 붕괴는 안됨	⑫	강원 철원군 동송읍 대위리	2,600	1,426	153.5	5.0	필댐 (존형)
용천 (1957)	경북 포항시	2018	10	6	태풍 롱레이	월류 위기	포항 신광 용천저수지와 안강 기계천의 수위가 상승해 범람 위험으로 강동면 단구리 와안계리 주민 28가구 45명을 마을회관으로 대피했다가 귀가했다.	⑬	경북 포항시 북구 신광면 냉수리	750	1,044	17	17	필댐 (존형)

① <https://newslibrary.naver.com/viewer/index.nhn?articleId=1980072200209207009&editNo=2&printCount=1&publishDate=1980-07-22&officeId=00020&pageNo=7&printNo=18091&publishType=00020>,
 ② <https://news.joins.com/article/1542247>,
 ③ http://www.hani.co.kr/arti/society/society_general/409555.html,
 ④ http://www.anti-disaster.co.kr/dpsi/home/anti_disaster/bbs.php?id=menu01&groupid=&where=&keyword=&keyword=&sort=&orderby=&newwin=&category=&how=&p=1&s=&recnum=&q=view&uid=9&PHPSSESID=0f423b726f404e9ac5a5f8b4afe58be2,
 ⑤ <http://www.gnynews.co.kr/news/articleView.html?idxno=7687>,
 ⑥ http://www.ndmi.go.kr/common/download.jsp?PAGE_ID=P0000000546,
 ⑦ <https://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=103&oid=001&aid=0006355710>,
 ⑧ <http://www.kbmaeil.com/news/articleView.html?idxno=315568>,
 ⑨ http://mobile.newsis.com/view.html?ar_id=NISX20160916_0014390771#imadnews,
 ⑩ <https://www.yna.co.kr/view/AKR20170720097852064>,
 ⑪ <http://news1.kr/articles/23360544>,
 ⑫ <http://www.kado.net/?mod=news&act=articleView&idxno=927888>,
 ⑬ <http://www.idaegu.com/newsView/idg201810070058>