

천동동굴 환경보전 및 안전진단 조사보고서

I. 서 론

최근에 이르러 동굴은 관광자원으로 뿐만 아니라 자연학습장으로 각광을 받고 있는데 이에 따라 동굴관광객이 급격히 증가하였다.

특히 충청북도 단양군 대강면의 동굴지대의 고수동굴, 천동동굴, 노동동굴 등은 하나의 관광권을 협성하여 많은 관광객을 유치하고 있다. 이 동굴들중 천동동굴은 특히 동굴내부의 이차생성물들은 다른 동굴에서는 보기 힘든 지형지물이 많아 그 보전가치가 타동굴에 비하여 더욱 중요시 된다. 따라서 증가하는 관광객으로 인한 동굴의 환경오염 및 파손을 최소화 하기 위하여 현재의 동굴의 실태를 조사하여 앞으로의 대책마련에 도움을 주고자 한다.

사실상 동굴의 생성은 그 지층의 지질구조 그리고 동굴내의 환경에 따라 동굴퇴적물들이 형성 발달되고 있기 때문에 경관이 좋은 지하공간 같은 동굴의 발달을 그리 용이한 것이 아니다.

대체로 우리나라의 석회동굴들은 그 대부분이 4억내지 5억년이전에 형성된 지층속에 배태 발달한 것들이다.

그후 5만내지 10만년의 오랜 세월을 거쳐 서야 겨우 중유석과 석순 그리고 석주등이 형성된 것으로 계속되고 있어 앞으로 이들 동굴퇴적물의 보호보존을 위하여 각별한 노력이 필요하게 된다.

따라서 이 천동굴뿐만 아니라 모든 공개동굴의 동굴퇴적물들의 오손, 오염등의 방지와 생태환경의 유지를 위하여 정기적인 환경보존조

사가 요구되고 있는 터이다.

본 조사는 동굴의 환경보존을 위한 조사 이외에 현재의 동굴내의 시설에 대한 전반적인 안전진단 그리고 환경보전을 위한 대책을 강구하는 조사를 목적으로 한 조사보고이다.

II. 천동굴의 동굴 현황

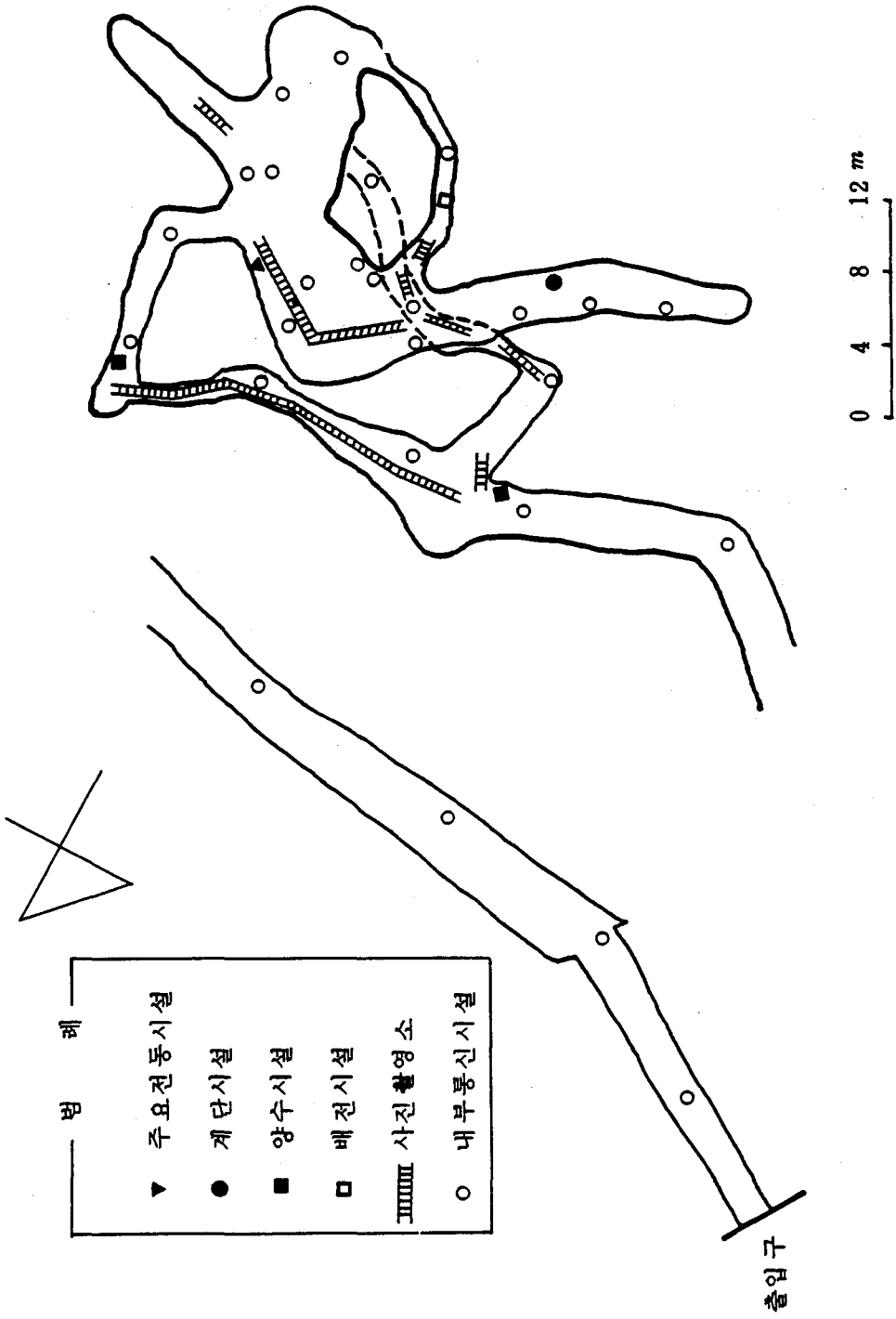
1. 천동굴의 위치

천연동굴은 우리나라 중부내륙에 해당하는 태백산지 서측사면 즉 소백산맥의 주변에 위치하는 석회동굴이다. 이 천연동굴은 행정상으로는 충청북도 단양군 대강면 천동리에 위치하며, 수리적 위치는 북위 36° 58', 동경 128° 25'의 지점에 있다.

그리고 자연적 위치는 소백산맥의 국망봉과 8 km, 비로봉과 4.5 km, 연화봉의 북서쪽 4.5 km 지점에 있으며 신단양과는 5 km, 고수동굴과는 동남방 4 km 떨어진 지점에 있다. 남한강 지류의 하나로 고수동굴 앞까지 흐르는 금곡천의 상류에 위치한다.

천동동굴의 입구는 해발고도 60 m 지점에 위치하여 동굴을 관람하기 위해서는 약간의 산 기슭을 올라가야 한다.

시설 배치도



2. 천동굴의 지형

앞서 설명한 바와같이 천동굴은 소백산맥이 서남쪽으로 뺏고 있는 서북사면 기슭에 자리잡고 있기 때문에 산지의 경사면에 하각작용으로 침식삭박하고 있는 계곡사면의 지형을 이룬다.

따라서 산지사면이므로 이 동굴 바로 밑을 가로지르고 있는 금곡천 상류는 윗쪽에 있는 다리안 폭포의 물을 이어 받으면서 이른바 장년기 계곡의 지형을 이루고 있다.

물론 천동굴지역은 지표면의 싱크홀 즉 흡인구를 통하여 땅속에 스며든 지하수동이므로 동굴표면은 경사면의 기복지형을 이루고 있을 뿐이다.

3. 천동굴의 지질

석회동굴은 석회암지대에서 발달한 동굴을 가리킨다. 여때까지 종유굴이라고도 하였으나 최근에는 석회동굴로 불리운다.

우리나라 석회암의 대부분은 고생대의 오르도시비시기에 해당되는 지질시대에 해저에서 퇴적된 것으로 이와같은 석회암층에서 석회동굴들이 생성된 것이다.

즉 천동굴도 이와같이 지질계통상 고생대의 조선계 대석회암통에 속하는 풍촌석회암층에 배태되어 있으며 이 암층의 지질년대는 약 4~5억년전에 이루어진 지층으로 계측되고 있다.

4. 천동굴의 지형과 지물

(1) 개 요

천연동굴은 앞에서 언급한 바와같이 이차생성물들이 다른 석회암동굴에서는 보기 어려운 많은 지형지물을 보유하고 있어 동굴의 표본실로 중요한 역할을 하고 있다. 이와같은 천동동굴의 내부 지형지물을 각 구역으로 나누어서 알아보면 다음과 같다.

제 1지역은 동굴입구에서 부터 협곡지대를 통과하여 광장으로 올라가기 위한 계단 시설물이 있는 곳 까지로 이 지역은 과거 원래의 동굴 입구가 협소하여 관광동굴로 개발하기 위하여 지금의 입구를 굴착하였기 때문에 협곡지역에 이르기 전까지는 이차생성물이 전혀 발견되고 있지 않다. 이 지역을 지나 협곡지대에 들어서면, 동굴벽면에 소규모의 유석이 발견되고 있으며 이 유석 위에 석순이 있으며 광장으로 올라가는 부분에는 바닥면에는 소규모의 석회화 단구가 천정면에는 동굴산호가 발견되고 있으나 특이한 것은 아니라고 생각된다.

다음은 제 2지역은 과거의 동굴입구 부근에서 광장에 이르는 지역으로 이 지역의 가장 대표적인 이차생성물은 남의 기둥(석주: 높이 2.6 m 직경 0.2 m)으로 이 석주의 생성과정은 천정에서 매달리는 물방울이 종유석을 만들고 이들중 일부가 떨어져서 동굴바닥에 석순을 발달시키고 있는데 이들 종유석과 석순의 발달이 계속되어 서로 연결되어 이루어 진다. 따라서 이 석주는 처음에는 종유석의 끝머리의 가느다란 부분이 석순의 둥그스레한 굵은 꼭대기 부분과 연결되는데 이 연결부분은 나중에 계속 흘러내리는 지하수의 물방울에 의하여 종유석의 표면에 흘러내려 점차 굵은 석주(Column)로 된다.

그리고 또한 이 지역은 석순의 발달을 볼 수 있는데 이는 천동동굴이 전체적으로 종유관과 종유석이 많은 것에 비하여 특징적이라고 할수 있으며 이것은 이 지역이 천동굴의 다른 지역에 비해 먼저 생성된 것으로 추정된다.

제 3 지역은 제 2 지역을 통과하여 돌아나가는 부분으로 이 지역 이차생성물의 특징은 종유관과 종유석을 중심으로 하여 약간의 석순도 있다. 종유관(straw)은 동굴 천정면에서 내려 뺀은 투명체의 빨대 모양의 좁고 긴 관상의 생성물로 직경 1~5 mm 정도의 관모양으로 침착된 방해석으로 그 관의 두께는 약 0.1~0.5 mm에 달한다. 그 생성과정은 동굴의 천정에 침출된 지하수의 물방울이 천정에 부착되고 있을때 그 표면에는 이산화탄소가 발산되고 미세한 방해석의 결정은 물방울의 크기로 반지 모양으로 동굴계 천정면에 매달린다. 이와같은 과정이 계속되어 형성되는데 길이는 보통 20 cm 내외가 많은데 종유관이 많은 동굴은 지금도 성장하고 있는 것으로 생각된다. 따라서 천동동굴은 다른 석회동굴에 비하여 아직도 계속 성장하고 있다고 할수 있으며 특히 밀림지대, 장글지대, 생존경쟁 등의 이 지역은 보호망의 설치로 인하여 타지역이나 다른 개발동굴에 비하여 보존이 잘 되고 있으며 계속 성장하고 있는 지역이라 할수 있어 앞으로 계속해서 천동동굴의 보호지역으로 지정하여야 할 것이다.

제 4 지역은 천동동굴에 있어서 가장 중요하다고 볼수 있는 광장부분으로 전체적으로 원형에 가까우며 제 5 지구에서 보면 경사를 이루고 있으며 이 지역의 중요한 지형지물은 동굴산호와 천정의 종유관군을 비롯하여 천동굴의 상징이라 불리우는 종유폭포(높이 5.0 m, 직

경 3.5 m)가 있는데 출구로 가는 지점에서 천정을 바라보면 동굴의 신비를 느끼게 된다. 이 지역의 종유관들은 지표의 석회암 성분이 순도가 높아 백색을 띠고 있는 것이 특징이다.

제 5 지역은 광장에서 막장에 이르는 곳으로 이곳이 천동굴에 있어서는 이차생성물들의 보고라고 할수 있는데 종유석, 석순, 석주, 유석 등이 있으며 특히 이 지역은 커어틴형 종유석과 베이컨이 다수 있으며 우리나라 석회동굴 중에서 오직 이곳에서만 볼수 있는 꽃쟁반이나 수면 밑의 동굴산호가 존재한다.

커어틴형 종유석은 종유석이 복합적으로 자라나다 주변의 종유석과 합쳐진 형태로 모양이 마치 커어틴과 흡사하여 붙여진 것이다. 또한 베이컨은 그 모양이 고기를 얇게 썰어 놓은 것과 비슷하다.

꽃쟁반은 고요한 수면위에 떠있던 부유 칼싸이트와 석회질 용해물질이 그대로 수면위에서 굳어져 이루어진 꽃쟁반 모양의 퇴적물이며, 수면 밑의 동굴산호는 종유석의 수면 밑으로 계속 성장하였을때 수면 내부의 압력때문에 수면밑 종유석이 포도상 동굴산호로 발달한 것이다.

꽃쟁반은 몇년전 부터 누군가에 의해 시작되었는지는 모르는데 이곳에 동전을 던지고 자기의 소원을 빌고 있다.

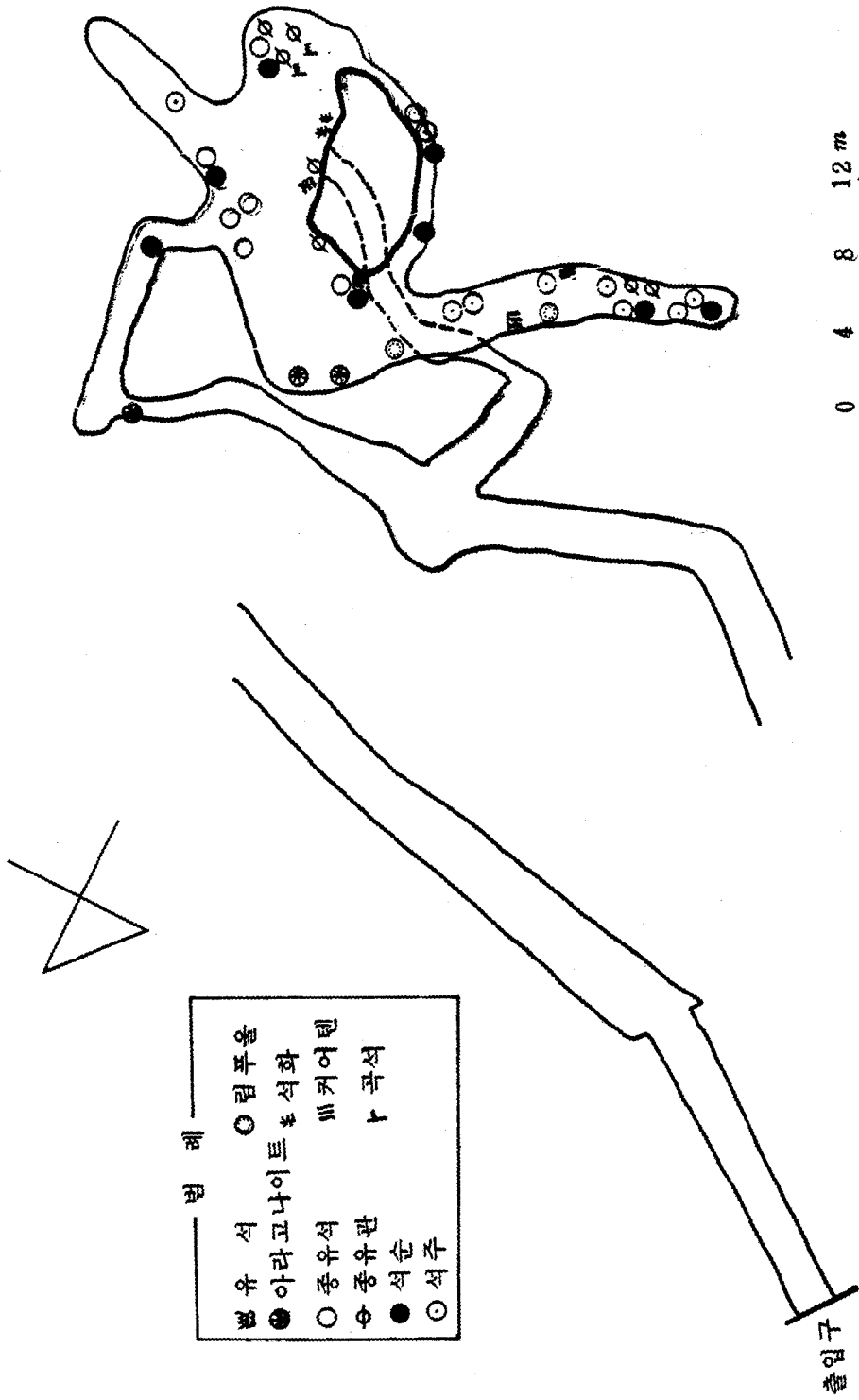
막장 부근의 백설동자(석순)을 비롯한 많은 종유석과 석순들은 앞의 제 3 지역과 같이 출입을 통제시켜 보호하고 있으나 철망시설의 미비로 파손된 곳도 있으나 전체적으로는 양호하다고 할수 있다.

마지막으로 제 6 지역은 광장에서 동굴입구 쪽으로 돌아나가는 구역으로 이 지역의 지형지물은 석순과 캐빗트를 제외하면 전무한 편이다.

캐비트는 포화수대 속에서 생성된 용식 형태의 하나로 형태는 포켓과 같으나 절리에 따라 오목하게 파여진 것이다. 이 지역의 캐비트들도 출입구를 향하여 나가면서 경사를 따라 절리면이 형성되어 면을 따라 생성된 것이다.

이상과 같이 천등동굴의 각 지역의 지형지물에 대해서 알아보았는데 결과적으로는 고수동굴이나 노동동굴과 같이 웅장한 느낌을 주기 보다는 동굴의 신비로움을 느끼게 하며 동굴내부의 이차생성물의 보존 정도와 파손의 정도는 양호한 편으로 이 동굴은 학습표본장이라고 하여도 될 것이다.

동굴의 지형지물분포도



Ⅲ. 천동굴의 환경보전

1. 개요

동굴이 관광개발되면 반드시 그 환경은 변화되기 마련이다.

이 동굴의 개발은 마침내 많은 환경변화를 가져오게 하였다.

이는 처음에는 미개발상태이므로 사람의 출입이 없어 환경은 옛 그대로의 보전을 유지했으나 관광객의 출입때문에 모든 동굴내 환경의 변화가 계속 일어나고 있음으로 동굴환경의 보전이 점차 시급한 문제로 제기되고 있다.

그리고 동굴은 관광동굴과 동시에 그 환경은 점차 파괴오손 되는 것이 당연하다.

관광개발의 시설때문에 오는 경관의 훼손은 물론이고 그밖에 입동객에 의한 이른바 오손공해는 우리들이 잘 아는 바이다.

원래 동굴의 오손과 오염의 현상은 크게 퇴적물 공해와 환경공해의 두가지로 대별되는데 그중 퇴적물 공해에는 파손공해, 녹색공해, 그리고 흑색공해, 박리공해 등의 네가지로 구분된다.

즉 파손공해는 시설작업 또는 관광객들의 출입통로 개척을 위한 개발작업으로 동굴퇴적물들이 파손, 오염되는 경우를 말한다. 그리고 녹색공해는 광선, 온도, 습도와 관련된 하등식물의 공해이고 흑색공해는 탄소분의 공해인 경우도 있고 아니면 균류의 부식작용에 의한 경우도 있다.

이 밖에 박리공해란 건조풍화와 균류의 부식작용 등으로 이루어지

는 것으로 알려져있다. 한편 환경공해에는 대기오염과 수질오탁 등 두 가지로 구분되고 있는데 이 환경공해중 대기질 오염은 동굴내 온도와 습도의 정도 그리고 이산화탄소분의 과다 등의 요인에서 오는 대기질의 공해이고 수질오탁이란 분진 토양성분, 기타 수질의 산성화, 중금속의 유출 등에 의한 수질공해이다.

그리고 조명시설에 의한 광도때문에 나타나는 녹색공해를 비롯한 흑색공해 등은 역시 무시할 수 없는 것이며 이밖에 대기질 변화, 건화현상 등에 유래되는 백색공해인 박리작용에 의한 퇴적물 오손 등은 참으로 개발에 따른 환경파괴와 오손현상이라 하겠다.

따라서 관광개발되고 있는 동굴에 대한 주기적인 안전진단 조사로 동굴의 환경보존에 전력을 다하여야 하겠다.

2. 환경파괴의 원인

종유석과 석순 등의 이차생성물들이 파손되어가는 오손요인을 본다면 다음과 같다.

즉 종유석은 이차로 개발하거나 시설을 설비할때 파손되었고 이차로는 관광객에 의하여 오손되고 다시 이차로는 종유석의 성장에 따라 중력에 의하여 천정의 지반이 약화되거나 또는 상층지반의 암석이 판장을 이루거나 층상으로 되어있어 동굴바닥으로 낙반되어 파손된다.

더구나 최근에는 관광개발된 이후에도 사회생활의 안정에 따라 피석이나 수석 그리고 장식품으로도 종유석이 환영받고 있으므로 동굴속의 종유석이나 석순은 남물래 파괴되어 가고 있는 것이다.

그리고 이차생성물의 오손, 박리현상을 나타내고 있는 현실이다. 그리고 과잉개발시설과 동굴구 바로 앞에서의 주차, 통행로의 과밀현상은 동굴내에까지 환경을 변화시키고 있으며 동굴내의 자연경관까지도 해치고 있다.

원래 동굴내는 상온, 상암, 상습의 환경을 지녀야 하는데 동굴은 관광개발로 이 환경은 점차로 파괴되어가고 있다. 이와같은 원인은 밝은 조명과 많은 동굴출입인구 때문에 고온건조하여 동굴의 환경이 변화되어 녹색공해, 동굴생물의 생태변화를 보게된 것이다.

이밖에도 동굴에의 무질서한 동굴내외의 행락질서와 환경파괴는 자연미의 훼손, 환경오손을 초래하는 결과를 보게 하였다. 또한 동굴 주변의 과도한 상가주택의 밀집과 동굴내부의 많은 철재통행시설 및 조명시설은 동굴환경의 파괴를 가져와 마침내 동굴생물의 감소, 이차생물의 건화박리 그리고 녹색공해 현상이 심화되어 가고 있다.

그리고 동굴이 개발되고 있는 내부 동굴에서는 조명 등이 비추어는 부근에 이끼류나 양치류 같은 하등식물이 자라게 되는 경우가 있다.

이것은 조명등의 빛과 온도에 관계되는데 이들 하등식물들이 자라게 되므로써 동굴생물의 생태계에 커다란 변화가 생긴다.

또한 동굴생물을 해치는 갑충류가 생기거나 종유석이나 유석(플로우스톤) 표면을 파괴시킨다.

이상과 같은 원인들이 동굴의 환경변화에 박차를 가하고 있어 여기에 주기적인 환경보존진단과 대책이 계속적으로 요구되고 있다.

이제 동굴내의 지구별로 그 환경의 오손과 오염상태를 보면 다음

과 같다.

3. 천동굴의 환경변화

천동굴은 관광개발된지 12년의 세월이 지났다. 그동안 이 굴은 출입한 관광객수가 적으므로 심한 환경변화는 나타나지 않고 있다. 다만 물지각한 출입객에 의한 오염공해는 다소 있으나 그밖의 오염은 비교적 적게 나타나고 있다.

(1) 동굴지형의 오손

원래 동굴은 폐쇄적인 것으로 이와 같은 동굴의 개발은 마침내 부분적인 환경변화를 가져오게 하였다.

즉 입동객의 환경보존 상식의 부족으로 퇴적물 표면에 일어나는 박리작용으로 이른바 백색공해가 곳곳에서 일어나고 있음을 보게 된다.

이제 천동굴속의 주요한 오염 및 오손의 현황을 본다면 대략 다음과 같다.

(2) 동굴내의 환경오염

동굴속의 환경은 계속적으로 변하게 된다. 즉 관광객의 수가 동굴규모에 비하여 매우 많은 경우에는 많은 동굴입동객 때문에 동굴내의 온도는 올라가게 되고 습도는 낮아지며 이산화질소의 함량은 점차 증가하게 되는 것인데 고색굴의 경우는 입동객수가 적어서 공해가 심하지 않은 상태이다.

그러나 관광객의 의복이나 또는 신발바닥에 묻어온 진흙이나 감탕흙 등에는 미생물 또는 균류가 많이 부착되어 이들이 동굴내에서

더욱더 번식하여 마침내는 생태계에 많은 지장과 변화를 가져오게 하고 있다.

그밖에도 관광객이 갖고 들어갔다 버리고 나오는 담배꽂초, 전지약 찌꺼기 등은 동굴속의 오손도를 더욱더 높여 이것도 서식환경에 많은 영향을 주게 되는 것이다.

이밖에도 이끼류나 양치류와 같은 하등식물 등이 동굴에서 자라게 되어 동굴환경의 오염은 더욱더 심화되어 간다. 즉 조명이 밝고 동굴내 기온이 높아지면 하등식물인 녹색공해가 생기게 된다.

이것은 동굴내의 암흑세계이므로 독자적인 영양체계를 갖고 있는 소화세균이나 유황세균은 제외하고는 동굴생물의 동물계통은 제 1 단계의 생산층이 없는 특수한 생태구조를 갖고 있기 때문이다. 따라서 종속 영양의 체계를 이루고 있는 많은 토양동물류, 그밖에 거미류, 수서갑곡류가 실지로 동굴내에서 살고 있다는 사실은 동굴밖에서 부터의 유기물 에너지의 반입이 있기 때문이다.

(3) 미생물의 생태변화

동굴내의 온도는 년중 14℃~16℃를 유지하며 습도는 50~70%를 이루고 있다. 입구통로를 굴착하고 중앙에 공간광장에 통로시설과 내부시설을 했기 때문에 그동안 많은 환경의 변화가 추측된다.

입체를 통한 균의 동굴내 침입으로 공해오염을 초래하여 녹색공해와 녹색공해 현상이 나타나고 있다.

녹색공해는 동굴통로 부근의 도처에서 발견되는데 주로 조명 등 부근에서 많이 나타나고 있다. 미생물의 종류로는 산화물에 의한 경우도 있으나 유기물에 의해서 더 큰 영향을 받고 있다.

IV. 천동굴의 환경보전 대책

1. 동굴지형지물의 보전책

천동굴의 경우 동굴의 지형지물 특히 2차 생성물인 동굴퇴적물들은 그 모두가 방해석질이 많아 오손받기 쉬운 석질로 되고 있다.

그리고 중유석과 석순 등의 동굴 퇴적물들은 계속 자라고 있는 돌이라고는 하나 그 성장속도는 매우 느려서 가장 빨리 자라는 중유관이나 중유석의 성장만해도 우리나라에서 추정된 평균치를 본다면 직경 5mm 크기에 길이 1cm 자라는데 요하는 시일은 약 15년의 세월이 소요되는 것으로 되고 있다. 물론 그 동굴의 상층지질구조, 동굴 지표면의 기후조건, 동굴내의 환경조건 등에 따라 크게 달라진다고는 하나 실제 오랜 시일에 걸쳐 성장하는 것이므로 동굴퇴적물의 오손은 절대로 안된다고 하겠다.

천동굴속의 이차생성물들은 동굴상층부의 암석구조와 그 성분, 지하수의 퇴수량과 수질성분, 퇴수상태 그리고 지층의 배열과 동굴내의 기류, 온도, 습도 등과 밀접하게 관계되고 있는 것이다.

예를 든다면 동굴퇴적물의 크기, 성장속도 등은 반드시 위와같은 동굴속 환경과 직결되는 것이므로 이와같은 동굴현상의 유지 보전을 위한 방안은 위와같은 동굴환경의 환경을 유지시켜 주기 위한 각종 대책이 마련되어야 하는 것이다.

첫째, 출입객으로 하여금 동굴내의 오손이나 오염에 영향을 줄 물건을 갖고 들어가지 못하게끔 관리소를 마련하도록 한다. 특히 지팡이, 우산 등등의 물건은 동굴 퇴적물을 오손시킬 수 있는 기재가 되기 때

문이다.

둘째, 동굴내의 환경유지는 물론이고 이차생성물의 지속적인 성장, 즉 동굴의 성장을 위하여 동굴 지표면에 주기적인 인공살수작업으로 동굴, 퇴적물의 성장을 촉진시키고 동굴환경의 보전관리를 기하도록 한다.

셋째, 관광출입객에 사전에 동굴 퇴적물의 중요성을 강조 또는 이 해시키는 교육을 할 것이며 이를 위한 제반 안내문이나 설명문을 배포한다.

넷째, 동굴내의 지형지물중 토지붕락이나 낙반이 일어날수 있는 지점에는 반드시 이를 방지할수 있는 시설대책이 필요하다.

특히 지면이 진동할 경우에 위험이 있을 것으로 판단되는 것은 사전에 제거하는 것이 바람직스럽다.

다섯째, 지표면의 생태의 보호관리를 위하여 석회질암석 토양의 토양보전을 기하여야 하겠다. 즉 지표면의 식생 및 지형보호 등으로 석회질 토층을 확보 유지하고 정상적인 지형 윤회를 기하도록 한다.

여섯째, 공개를 위한 개발작업에 있어서는 동굴환경의 원형유지에 주력하여 통로 및 관광 편의시설의 파임공사로 주변 환경이나 동굴내 환경의 파괴를 초래하지 않도록 하여야 하겠다.

일곱째, 적당한 장소 즉 통로주변에서 종유석이나 석순 등에 손이 올수 있는 곳에서는 이를 차단시키는 차단시설이 요구된다. 다만, 이 시설은 되도록 시야를 가리지않게 그리고 지형지물의 관찰에 지장을 주지않는 가느다란 망(쉬거나 녹물나지 않는 철망)으로 시설한다.

여덟째, 오염공해의 제거처리는 하이클론 같은 약물세제를 사용하거나 동굴지하수의 물을 이용하는 것이 바람직하다.

박리된 퇴적물 표피는 석회질 분말용액과 시멘트 등의 접착제를 혼합하여 이를 코오팅, 또는 부착시키는 것도 한 방법이다.

2. 동굴생물의 보호대책

첫째 동굴생물의 환경보호는 항상 암흑세계에서 살아온 동굴생물들이기 때문에 동굴환경의 유지관리에 힘써야 한다.

둘째 즉 동굴의 적절한 환경이란 항상 어둡고 캄캄하여야 하며, 온도 즉 동굴내의 기온과 수온의 변화가 적어서 거의 일정하여야 하므로 이와같은 환경의 유지관리에 주력하여야 한다.

셋째, 동굴생물의 보호를 위하여 온·습도의 계속적 유지는 물론 소음진동 공해를 없애도록 하고 일정한 곳에 보호구역을 정해둔다.

즉, 동굴속의 일정한 장소는 동굴환경을 유지할 수 있게 때론 통행도 금지시키고 조명도 어둡게한 보호구역을 설정하여야 한다.

넷째, 지하수계의 직접 또는 간접침입을 막아 외부로부터의 수류 침입 때문에 동굴내 호수나 동굴(연못) 동굴류의 수질을 오염시키거나 오염되지 않도록 하여야 하겠다.

특히 꽃쟁반이 성장하고 있는 지역의 동굴물은 오염되지 않도록 노력하여야 하겠다.

다섯째 기류의 유동을 조정하여 풍화, 건화 등의 이상변화가 나타나지 않게끔 시설 설비한다. 동굴에 온도가 높아지면 생태계에도 이상이 생기게 마련이다.

여섯째 동굴내의 사용자료, 시약기재 등은 무공해약품, 무공해의 플라스틱 자료를 쓰도록 하여 환경오염을 초래하지 않도록 한다. 습기가 많기 때문에 녹이 슬거나하면 이것이 동굴지면과 연못에 영향을 미쳐, 생물생태에 영향을 주기 때문이다.

3. 일반적 동굴환경 보전책

동굴의 환경보전은 동굴의 생태보존을 위한 동굴환경의 유지관리라고 하겠다.

동굴속의 지형지물의 오손은 따로되는 원인에 연유된다고 하겠으나 그러나 일반적인 오염 등은 역시 동굴환경의 유지관리의 소홀에서 온다고 보아야 한다.

즉, 동굴은 암흑세계이고 향은, 향습의 환경을 지녀왔으므로 이에 적응된 지형지물의 생성, 지하수생물의 서식 등이 이루어져 오오늘에 이르렀다고 할 수 있다. 따라서 다음과 같은 일반적인 유의사항에도 관심을 두어 환경보전에 만전을 기하여야 하겠다.

첫째, 천동굴의 경우에는 그 규모가 협소하기 때문에 일시에 많은 관광객의 입동은 고려되어야 하겠으며 동굴내 조명시설과 환경유지를 위한 제반시설이 갖추어져야 한다고 본다.

둘째, 관광 공개구간을 계절별로 구분 실시하거나 통로의 교대변동 등으로 동굴환경의 보전 환원을 강구하여야 하겠다. 일정기간의 밀폐 유지관리는 동굴환경의 원상복원에 도움될 것이다.

셋째, 동굴내에 살수작업 등으로 온도의 저감, 일정 습도의 유지등에 유의하여야 한다.

다섯째, 관광에 지장을 주지 아니할 정도의 조명(밝기)를 유지하여 지나친 조명시설로 인한 동굴내의 기온상승에 따른 환경변화가 나타나지 않도록 하여야 하겠다.

여섯째, 동굴내 조명시설은 가능한 통로와 특수지형물을 위주로 70 Lx 내외로 조명하되 자연등은 수은등이나 나트륨등 또는 메탈하라이

드등과 같은 발열량이 적은 등으로 대체하는 것이 바람직스럽다.

일곱째, 조명의 각도, 방향도 수시로 변동시켜 그 휘도에 의한 조명지점에서의 이끼류나 소태류 같은 녹색공해가 나타나지 않도록 조치하는 것이 좋겠다.

여덟째, 조명등용 방수케이블의 접속을 되도록이면 현재 사용하고 있는 고무테이프이나 P.V.C 테이프들은 나중에 습기가 차면 누전되기 쉽우므로 실리콘테이프로 대체하고 케이블 분기장소에 사용된 분전반내의 스위치는 기존휴즈를 사용한 카바나이프 스위치보다 차단성능이 좋은 누전차단기로 대체 이용하는 것이 바람직스럽다.

아홉째, 동굴의 출입구는 가능한 작아야 하나 박쥐가 드나들 수 있을 정도의 출입구 공간은 확보돼 있어야 한다. 박쥐는 호동굴성 동물로 동굴속에 서식하면서 드나들고 있는데 이의 방분은 구아노로 불리우는 미생물의 서식조건에 중요한 요소로 되고 있다.

열째, 동굴내에 오염 수거설비를 두어서 오물을 버리지 않도록 하여야 한다. 전지약, 그리고 잔반찌꺼기 등의 오물들이 굴내에 버려지게 되면 수질의 오염은 물론이고 나아가서는 환경 전반을 어지럽히게 마련이다.

Ⅶ. 환경보전 및 안전진단 결론

천동굴의 환경 및 안전진단을 실시한 결과 다음과 같이 종합진단하였다.

1. 종합관찰사항

천동굴은 이미 개발공개한지 10여년의 세월이 지났고 더구나 그 동굴의 규모가 매우 작아서 동굴환경의 파괴 및 오염도가 극심할 것으로 보았으나 비교적 동굴환경에 그대로 보존되어 왔다고 보았다.

그리고 특수지형지물에 대한 보존관리도 잘되고 있으며 특히 동굴 안내원의 감시 및 안내지도 등이 매우 잘 운영되고 있었다고 보았다.

원래가 공개동굴로 관광개발이 시행된다면 그 동굴은 개발공개에 즉시 그 환경이 파괴되어 가는 것이 사실로 되고 있으나 이 천동굴의 경우에는 뜻밖에도 동굴의 환경관리면에 있어 잘되고 있어 환경의 커다란 파괴는 없는 것으로 보았다.

그리고 안전관리면에서도 이 동굴의 규모가 작기 때문에 관광객들의 안전사고 사실도 없었으며 잘 관리 운영되고 있는 현실이다.

2. 자연경관

- ① 천동굴은 하나의 광장으로 되는 관광동굴이기 때문에 동굴내부의 자연경관이 그대로 한눈에 보일수 있는 위치에 전망대나 장소를 마련하도록 하는것이 좋겠다.
즉, 좁은 통로를 통한 통행으로 관광하는데 지장을 초래할뿐만 아니라 통행시설 때문에 경관의 전망 촬영을 방해하고 통행에도 불편함을 준다.
- ② 천동굴의 입구초입에 굴착한 인공터널은 자연동굴의 동굴속을 통행하는 분위기 조성을 위하여 인공적인 바위시설(에팔피)등으로 개조함이 좋겠다고 고려된다.
- ③ 동굴 아래쪽 주차장으로 부터 동굴입구까지의 오르막길 통로도 가능한 인조동굴시설로 동굴관광의 체동시간을 연장할 수 있도록 시설하였으면 좋겠다. 이때 통로내부의 동굴벽면에는 동굴에 관한 자료 및 부근경관자료의 전시를 위한 형광아크릴판등을 게시하도록 한다.
- ④ 동굴입구 정면의 인공폭포부근 일대는 넓은 광장으로 시설하고, 인공폭포는 되도록이면 인조바위로 개조한다.
- ⑤ 화장실 기타의 편의시설은 되도록이면 주차장 부근에 이전시킨다.

3. 동굴의 지형지물

- ① 주요하고 특수한 동굴퇴적물에 대해서는 학술적인 명칭과 속명을 간략하게 설명하는 해설문을 붙여야 하겠다.
동굴은 지구과학의 자연학습현장이므로 학술명이 필요한 것이다.
- ② 대표적인 지형지물에 대해서는 성장기간, 성분 등의 학술적 가치를 설명하여 문화재로서의 중요성을 재인식시킨다.
- ③ 지형지물의 오손방지를 위하여 손이 지 않도록 최소한의 시설을 할것이다.
특히, 전망이나 관찰에 지장을 주는 시설은 삼가하여야 하겠다.
- ④ 특수지형지물에 대하여서는 형성과정과 규모에 대한 설명을 붙인다.
- ⑤ 녹색공해나 백색공해가 일어나지 않도록 지물조도를 조절하고 또한 조명각도도 수시로 변화시킨다.
- ⑥ 지형지물에 대한 조명의 색채는 가능한한 분위기에 맞도록 색등을 사용할 것이고 그 지형지물의 특색을 살리도록 조명한다.
- ⑦ 지형지물 성장에 적합한 온도와 습기를 유지하도록 한다. 대체로 적합한 온도는 14℃내외, 습도는 80%이다.
- ⑧ 동굴이 지표면에 수시로 산수작업을 실시하여 지하수의 지층용해작용을 촉진시켜 2차 생성물의 성장을 가속화시키도록 한다.
- ⑨ 지반의 진동을 일으켜서 동굴천경이나 벽면에 발달하고 있는 2차 생성물들이 오손 또는 낙반되지 않도록 시설설비에 유의하여야 한다.

- ⑩ 관광객들이 입동할 때에는 되도록 지참물이 없도록 보관소를
설비하여 맨손으로 들어가 구경만 하고 나올수 있도록 한다.

4. 물과 수질

- ① 동굴내부환경의 유지를 위한 온도와 습도 유지를 위하여 동
굴규모에 적합한 동굴호수 또는 동굴류가 필요하다. 특히 꽃
쟁반의 지물유지를 위하여 일정한 저수량이 필요하다.
- ② 동굴속 지하수 생물의 서식환경유지를 위하여 맑고 깨끗한 수
질의 보존유지가 필요하다.

5. 동굴생물

- ① 지하수 생물의 특수한 생태와 기능의 보전을 위하여 되도록
감감하고 기온이 일정하며 습도가 많은 지구를 택하여 동굴
생물의 피난서식지로 제공하여야 한다.
- ② 관광개발로 인한 지하수 생물의 피신처는 바로 동굴보호구역
의 설정에 의하여서만이 이룩할 수 있다.
- ③ 동굴미생물의 서식환경 조성을 위하여 박쥐가 드나들수 있는
통행공간을 확보하도록 하여야 한다. 박쥐의 똥인 구아노는 동
굴미생물의 영양분이 되고 있으므로 동굴내에서 박쥐가 서식
할수 있도록 조치한다.

6. 동굴환경

- ① 항온, 항압, 항습의 동굴환경의 유지를 위하여 되도록 시설을 억제한다.
- ② 동굴환경의 보전을 위하여 관광객의 동시 다수입동을 금하여 되도록이면 시간제 단위로 그리고 체동가능인원을 측정하여 동시입동인원을 제한시킨다.

7. 전기시설분

- ① 통로의 조명은 잘되어 있는 편이며, 국부조명이 밝은 곳이 몇군데 있으며 조명색은 현재 형광등, 백열등으로 되어 있으나 칼라 및 수은등으로 동굴내부 분위기에 맞게 조화가 요망됨.
- ② 수증램프가 설치되어 있으나 조도가 약 70 LX로 밝기가 조정되어야 하며 전선의 연결부위처리가 미흡한 곳이 여러곳 있으며 전기법규상 카바나이프 스위치를 사용해서는 안되는데도 현재 사용하고 있으며 (배전반) 이는 즉시 N.F.B로 교체되어야 함.
- ③ 비상발전기 상태도 비상시 즉각 가동될 수 있는 상태가 요망됨. (3일에 한번씩 시험가동 요함) 더욱이 통로가 좁아 관람객의 감전사고에 대비한 접지공사가 미흡함.

안 전 진 단 확 인 표

총 팔

안전 구분	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시설 비 안	일 반 시 설	1. 동굴관광지대		○		3	
		2. 동굴입구시설		○		3	
		3. 동굴출구시설		○		3	
		4. 휴식시설 (내외부)			○	2	
		5. 비상연휴			○	2	
		6. 긴급의료시설 및 수송			○	2	
		7. 긴급대피대책			○	2	
		8. 음료수시설 (내외부)		○		3	
		9. 저장시설		○		3	
		10. 오물폐기시설		○		3	
		11. 안내방송시설			○	2	
		12. 각종시설의 보수유지		○		3	
전 명 시 설	조 명 시 설	1. 조명자료			○	2	
		2. 조명등설치위치			○	2	
		3. 조명도 (Lx)		○		3	
		4. 조명각도			○	2	
		5. 반사조명		○		3	

안 전 진 단 확 인 표

총 괄

안전 구분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고	
			최 적	양 호	요 개 선			
시 명 시 설 설	조 명 시 설	6 . 조명색		○		3		
		7 . 조명범위		○		3		
		8 . 조명등배치거리		○		3		
		9 . 조명등의 수		○		3		
		10 . 그림자 형성유무		○		3		
		11 . 설치 견고성		○		3		
		12 . 회로의 처리		○		3		
		13 . 배선상태				○		
	14 . 비상전등 및 전원				○			
	15 . 눈부심 (휘도) 발생유무		○			3		
	비 행 시 전 설	통 행 시 설	1 . 통로바닥		○		3	
			2 . 통로의 넓이		○		3	
			3 . 통로의 높이		○		3	
			4 . 통로의 상태		○		3	
			5 . 계단통로	○				4
6 . 통로시설자료			○				4	
7 . 통로시설강도				○			3	

안 전 진 단 확 인 표

총괄

안전 구분	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시	통행 시설	8. 통로시설의 구조			○	2	
		9. 안전망 및 손잡이		○		3	
		10. 위험통로의 안전표지		○		3	
설 비 안 전	내 부 설 비	1. 쓰레기 폐기설비		○		3	
		2. 청소설비 및 관리		○		3	
		3. 환경측정설비 및 기기		○		3	
		4. 설명판			○	2	
		5. 휴식실 환경		○		3	
		6. 설비물의 안전도		○		3	
		7. 설비물 정리 및 배열		○		3	
		8. 소화설비		○		3	
		9. 긴급대피 및 보호대책		○		3	
		10. 흡색공해		○		3	
		11. 집진예방		○		3	
낙반 붕괴 침수 산화 공해		1. 관람시 소음		○		3	
		2. 기기작동시 소음		○		3	
		3. 소음벽 설치 필요성					없음

안 전 진 단 확 인 표

총괄								
안전 구분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고	
			최 적	양 호	요 개선			
자 연 환 경 과 안 전	낙 반 봉 괴 침 수 산 화 공 해	4 . 침수시 대비책		-			없 음	
		5 . 부근산화 유입 가능성		-			없 음	
		6 . 동굴입구, 출구 부근		○			3	
		7 . 토양봉괴 위험도		○			3	
		8 . 암반구조 안전성		○			3	
		9 . 녹색공해		○			3	
		10 . 흑색공해		○			3	
		11 . 집진예방		○			3	
		1 . 관람시 소음				○	2	
		2 . 기기 작동시 소음		○			3	
		3 . 소음벽 설치 필요성		○			3	
4 . 방음장치의 필요성		○			3			
5 . 악취의 유무		○			3			
6 . 악취의 정도		○			3			
7 . 악취의 흡수, 흡착, 세척		○			3			
8 . 환기처리				○	2			
9 . 청소방법		○			3			

안 전 진 단 화 인 표							
총괄							
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개선		
자 연 환 경 과 안 전	통 행 시 설	10 . 진동의 유무		○		3	
		1 . 폐쇄시 습도		○		3	90 %
		2 . 관람시 습도		○		3	80 %
		3 . 조명등 부근 습도		○		3	60 %
		4 . 폐쇄시 온도		○		3	16 ℃
		5 . 관람시 온도		○		3	18 ℃
		6 . 조명등 부근 온도				○	2
인 위 적 파 괴	파 괴 구 분	1 . 불법적 파괴 (승인없는 수리, 보수, 확장)					무
		2 . 합법적 파괴 (개발확장, 부착물 시설 에 의한 천연요소 변형)					무
		3 . 부주의에 의한 파괴 (관리소홀, 무식행위 방치)					약간
		4 . 고의적 파괴 (수집, 규정무시, 범죄적 파괴) (관리소홀, 무식행위 방치)					무

안 전 진 단 확 인 표

총괄

안전 구분	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
인위적 파괴	파괴구분	5. 과사용 (적정선 초과) 6. 인위적 파괴예방 통제책 7. 통계 및 처리결과					무 무 무
안전 요 원 및 교 육	안전 요 원	1. 안전요원 (안내) 인원수		○	3	3	3인
		2. 안전요원 배치		○	3	3	
		3. 안전요원 활동		○	3	3	
		4. 안전요원 식별	○		4	4	
		5. 안전요원 능력	○		4	4	
안전 요 원 및 교 육	안전 교 육	1. 안전요원 교육	○		4	4	
		2. 관람인 안전교육	○		4	4	
		3. 관람인 안전복장		○	3	3	
		4. 안전표시판		○	3	3	
		5. 안전안내방송활용		○	3	3	
안전 요 원 및 교 육	안전 수 칙	1. 안전관리규정제정		○	3	3	
		2. 안전요원업무분야		○	3	3	
		3. 정기안전측정 및 평가		○	3	3	
		4. 안전계시판		○	3	3	
		5. 안전안내방송활용		○	3	3	

안 전 진 단 확 인 표

제 1 지구 (통로지구 → 터널지구)

안전 구분	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시설 비	일 반 시 설 설	1. 동굴관광지대			○	2	무
		2. 동굴입구시설		○		3	
		3. 동굴출구시설		○		3	
		4. 휴식시설 (내외부)		○		3	
		5. 비상연락시설		○		3	
		6. 긴급의료시설 및 수송		○		3	
		7. 긴급대피대책		○		3	
		8. 음료수시설 (내외부)		○		3	
		9. 저장시설		○		3	
		10. 오물폐기시설		○		3	
		11. 안내방송시설		○		3	
		12. 각종시설의 보수유지		○		3	
안전 설	조 명 시 설	1. 조명자료			○	2	
		2. 조명등 설치위치			○	2	
		3. 조명도 (Lx)		○		3	
		4. 조명각도			○	2	
		5. 반사조명		○		3	

안 전 진 단 확 인 표

제 1 지구

안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고		
			최 적	양 호	요 개 선				
시 설 비	초 명 사 설 설	6 . 조명색		○		3			
		7 . 조명범위		○		3			
		8 . 조명등 배치거리		○		3			
		9 . 조명등의 수		○		3			
		10 . 그림자 형성유무		○		3			
		11 . 설치 견고성		○		3			
		12 . 회로의 처리		○		3			
		13 . 배선상태				○	2		
		14 . 비상전등 및 전원		○			3		
		15 . 눈부심 (휘도) 발생유무		○			3		
		안 행 시 설	통	1 . 통로바닥	○			4	
				2 . 통로의 넓이	○			4	
				3 . 통로의 높이	○			4	
				4 . 통로의 상태	○			4	
				5 . 개 단 통로	○			4	
6 . 통로시설자료	○					4			
7 . 통로시설강도	○					4			

안 전 진 단 확 인 표

제 1 지구

안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고	
			최 적	양 호	요 개 선			
시 설 부 비 설 안 전	통 행 시 설	8 . 통로시설의 구조	○			4		
		9 . 안전망 및 손잡이	○			4		
		10 . 위험통로의 안전표시	○			4		
	내 부 설 비	부 설 비	1 . 쓰레기 폐기설비		○		3	없 음
			2 . 청소설비 및 관리		○		3	
			3 . 환경측정설비 및 기기			○	2	
			4 . 설명판		○		3	
			5 . 휴식실 환경		○		3	
			6 . 설비물의 안전도		○		3	
			7 . 설비물 정리 및 배열		○		3	
			8 . 소화설비		○		3	
9 . 긴급대피 및 보호대책				○		3		
10 . 각종 설비의 보수유지				○		3		
		11 . 창의적 설비 개발활용			○	2	벽 면 광고판	
자 연 환 경 과 전	낙 봉 피 침 수 산 화 공 해	1 . 낙반의 위험도	○			4		
		2 . 낙반위험대비책		○		3		
		3 . 외부침수 가능성	○			4		

안 전 진 단 확 인 표

제 1 지구

안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고		
			최 적	양 호	요 개 선				
자 연 환 경 과 안 전	붕 괴 · 침 수 · 산 화 · 공 해	4 . 침수시 대비책		○		3			
		5 . 부근산화 유입 가능성	○			4			
		6 . 동굴입구, 출구 부근		○		3			
		7 . 토양붕괴 위험도	○			4			
		8 . 암반구조 안전성	○			4			
		9 . 녹색공해		○		3			
		10 . 흑색공해		○		3			
		11 . 집진예방		○		3			
		소 음 · 진 동 · 악 취	1 . 관람시 소음 2 . 기기작동시 소음 3 . 소음벽 설치 필요성 4 . 방음장치의 필요성 5 . 악취의 유무 6 . 악취의 정도 7 . 악취의 흡수, 흡착, 세척 8 . 환기처리 9 . 청소방법		○		3	무 무 무	
						○			3
						○			3
				○		3			
				○		3			
				○		3			
				○		3			
				○		3			
				○		4			

안 전 진 단 확 인 표							
제 1 지구							
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개 선		
자 연 환 경 과 안 전	통 행 시 설	10 . 진동의 유무	○			4	
		1 . 폐쇄시 습도		○		3	80 %
		2 . 관람시 부근 습도		○		3	70 %
		3 . 조명등 부근 습도		○		3	70 %
		4 . 폐쇄시 온도		○		3	18 ℃
		5 . 관람시 온도		○		3	18 ℃
		6 . 조명등 부근 온도		○		3	70 ℃
인 위 적 파 괴	파 괴 구 분	1 . 불법적 파괴 (승인없는 수리, 보수 확장)		○		3	없 음
		2 . 합법적 파괴 (개발확장, 부착물 시설에 의한 천연요소 변형)		○		3	"
		3 . 부주의에 의한 파괴 (관리소홀, 무식행위 방치)		○		3	"
		4 . 고의적 파괴 (수집, 규정무시, 범죄적 파괴) (관리소홀, 무식행위 방치)		○		3	"
		5 . 과사용 (적정선 초과)		○		3	-

안 전 진 단 확 인 표

제 1 지구

안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개 선		
안 전 요 원 및 교 육		6 . 인위적 파괴예방 통제책		○		3	
		7 . 통계 및 처리결과		○		3	
	안 전 요 원	1 . 안전요원 (안내) 인원수		○		3	1 인
		2 . 안전요원 배치	○			4	
		3 . 안전요원 활동	○			4	
		4 . 안전요원 식별		○		3	
		5 . 안전요원 능력		○		3	
	안 전 교 육	1 . 안전요원 교육	○			4	
		2 . 관람인 안전교육	○			4	
		3 . 관람인 안전복장	○			4	
4 . 안전표시판			○		3		
5 . 안전안내방송활용			○		3		
안 전 수 칙	1 . 안전관리규정제정		○		3		
	2 . 안전요원업무분야		○		3		
	3 . 정기안전측정 및 평가		○		3		
	4 . 안전게시판		○		3		
	5 . 안전안내방송활용			○			

안 전 진 단 확 인 표

제 2 지구 (동굴내 통로지구)

안전 구분	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고
			최적	양호	요개선		
시설 비 안	일 반 시 설 비 안	1. 동굴관광지대			○	2	
		2. 동굴초입시설			○	2	
		3. 동굴통로시설			○	2	
		4. 휴식시설 (내외부)					불요
		5. 비상연락시설					"
		6. 긴급의료시설 및 수송					"
		7. 긴급대피대책					"
		8. 음료수시설 (내외부)					"
		9. 저장시설					"
		10. 오물폐기시설					"
		11. 안내방송시설					"
		12. 각종시설의 보수유지					"
전 명 사 설	조 명 사 설	1. 조명자료		○		3	
		2. 조명등 설치위치		○		3	
		3. 조명도 (Lx)		○		3	
		4. 조명각도		○		3	
		5. 반사조명			○	2	

안 전 진 단 확 인 표								
제2지구								
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고	
			최 적	양 호	요 개 선			
시 설 설 비	조 명 시 설	6 . 조명색			○	2		
		7 . 조명범위		○		3		
		8 . 조명등 배치거리		○		3		
		9 . 조명등의 수		○		3		
		10 . 그림자 형성유무		○		3		
		11 . 설치 견고성		○		3		
		12 . 회로의 처리		○		3		
		13 . 배선상태		○		3		
		14 . 비상전등 및 전원				○	2	
	15 . 눈부심 (휘도) 발생유무		○			3		
	안 행 시 설 전	통 행 시 설	1 . 통로바닥		○		3	불 요
			2 . 통로의 넓이			○	4	"
			3 . 통로의 높이			○	4	"
			4 . 통로의 상태			○	4	"
			5 . 계단통로			○	4	"
6 . 통로시설자료					○	4	"	
7 . 통로시설강도				○			2	"

안 전 진 단 확 인 표

제 2 지구

안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개 선		
시 설 설 비 안 전	내 부 설 비	8 . 소화설비		○		3	불 요
		9 . 긴급대피 및 보호대책			○	2	
		10 . 각종 설비의 보수유지			○	2	
		11 . 창의적 설비 개발활용		○		3	
자 연 환 경 과 안 전	낙 반 · 붕 괴 · 침 수 · 산 화 · 공 해	1 . 낙반의 위험도		○		3	없 음 " " "
		2 . 낙반위험대비책		○		3	
		3 . 외부침수 가능성					
		4 . 침수시 대비책					
		5 . 부근산화 유입 가능성					
		6 . 동굴입구, 출구 부근					
		7 . 토양붕괴 위험도		○		3	
		8 . 암반구조 안전성		○		3	
		9 . 녹색공해		○		3	
		10 . 흑색공해		○		3	
		11 . 집진예방		○		3	
		1 . 관람시 설치 필요성		○		3	
		2 . 기기작동시 소음		○		3	

안 전 진 단 확 인 표

제2지구

안전 구분	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고		
			최	적	양호			요개선	
자 연 환 경 과 안 전	소 음 · 진 동 · 악 취	3. 소음벽 설치 필요성					없음		
		4. 소음장치의 필요성					"		
		5. 악취의 유무			○		3		
		6. 악취의 정도			○		3		
		7. 악취의 흡수, 흡착, 세척			○		3		
		8. 환기처리			○		3		
		9. 청소방법			○		3		
		10. 진동의 유무						없음	
		통 행 시 설	1. 폐쇄시 습도						90%
			2. 관람시 습도						85%
3. 조명등 부근 습도							80%		
4. 폐쇄시 온도							16℃		
5. 관람시 온도							17℃		
6. 조명등 부근 습도							18℃		
인 위 적 파 괴	파 괴 구 분	1. 불법적 파괴 (승인없는 수리, 보수 확장)						없음	
		2. 합법적 파괴 (개발확장, 부착물 시설에 의한 천연요소 변형)						약간	

안 전 진 단 화 인 표

제 2 지구

안전 구분	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고	
			최적	양호	요개선			
인 위 적 파 괴	파 괴 구 분	3. 부주의에 의한 파괴 (관리소홀, 무식행위 방치)					약간	
		4. 고의적 파괴 (수집, 규정무시, 범죄적 파괴) (관리소홀, 무식행위 방치)					없음	
		5. 과사용 (적정선 초과)		○		3		
		6. 인위적 파괴예방 통제책		○		3		
		7. 통제 및 처리결과		○		3		
안 전 요 원 및 교 육	안 전 요 원	1. 안전요원 (안내) 인원수					불요	
		2. 안전요원 배치					"	
		3. 안전요원 활동					"	
		4. 안전요원 식별					"	
		5. 안전요원 능력					"	
	안 전 교 육	안 전 교 육	1. 안전요원 교육	○			4	"
			2. 관람인 안전교육		○		3	"
			3. 관람인 안전복장			○	2	"
4. 안전표시판							"	

안 전 진 단 확 인 표								
제 2 지구								
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고	
			최 적	양 호	요 개 선			
안 전 요 원 및 교 육	안 전 수 칙	5 . 안전안내방송활용		○		3	불 요	
		1 . 안전관리규정제정					"	
		2 . 안전요원업무분야					"	
		3 . 정기안전측정 및 평가					"	
		4 . 안전게시판			○		2	"
		5 . 안전안내방송활용		○			3	"

안 전 진 단 확 인 표							
제 3 지구 (지굴 → 자연보호구역)							
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개선		
시 설 비 안	일 반 시 설	1. 동굴관광지대		○		3	
		2. 동굴초집시설		○		3	
		3. 동굴내부시설		○		3	
		4. 휴식시설 (내외부)					불 요
		5. 비상연락시설					"
		6. 긴급의료시설 및 수송					"
		7. 긴급대피대책					"
		8. 음료수시설 (내외부)					"
		9. 저장시설					"
		10. 오물폐기시설					"
		11. 안내방송시설					"
		12. 각종시설의 보수유지					"
전	조 명 시 설	1. 조명자료		○		3	
		2. 조명등 설치위치		○		3	
		3. 조명도 (Lx)		○		3	70
		4. 조명각도		○		3	
		5. 반사조명		○		3	

안 전 진 단 확 인 표

제 3 지구

안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고	
			최 적	양 호	요 개 선			
시 명 설 설 비	조 명 시 설 설	6 . 조명색		○		3		
		7 . 조명범위		○		3		
		8 . 조명등 배치거리		○		3		
		9 . 조명등의 수		○		3		
		10 . 그림자 형성유무		○		3		
		11 . 설치 견고성		○		3		
		12 . 회로의 처리		○		3		
		13 . 배선상태				○	2	
		14 . 비상전등 및 전원				○	2	
	15 . 눈부심 (휘도) 발생유무		○			3		
	안 행 시 설 전	통 행 시 설	1 . 통로바닥		○		3	
			2 . 통로의 넓이		○		3	
			3 . 통로의 높이		○		3	
			4 . 통로의 상태		○		3	
			5 . 계단통로		○		3	
6 . 통로시설자료				○		3		
7 . 통로시설강도				○		3		

안 전 진 단 확 인 표							
제 3 지구							
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개 선		
시 설 비	내 부 설 비	8 . 통로시설의 구조		○		3	
		9 . 안전망 및 손잡이		○		3	
		10 . 위험통로의 안전표지					
설 비 안 전	낙 반 · 붕 괴 · 침 수 · 산 화 · 공 해	1 . 쓰레기 폐기설비					
		2 . 청소설비 및 관리		○		3	
		3 . 환경측정설비 및 기기					불요
		4 . 설명판		○		3	
		5 . 휴식실 환경					불요
		6 . 설비물의 안전도		○		3	
		7 . 설비물 정리 및 배열					불요
		8 . 소화설비					"
		9 . 긴급대피 및 보호대책					"
		10 . 각종 설비의 보수유지		○		3	
		11 . 창의적 설비 개발활용		○		3	
자 안 환 경 과 전	소 음 진 동 악 취	1 . 낙반의 위험도		○		3	
		2 . 낙반위험대비책		○		3	
		3 . 외부침수 가능성					무

안 전 진 단 확 인 표

제 3 지구

안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개 선		
자 연 환 경 과 안 전	낙 반 · 붕 괴 · 침 수 · 산 화 · 공 해	4 . 침수시 대비책					무
		5 . 부근산화 유입 가능성					"
		6 . 동굴입구, 출구 부근					"
		7 . 토양붕괴 위험도		○		3	
		8 . 암반구조 안전성		○		3	
		9 . 녹색공해					
	소 음 · 진 동 · 악 취	10 . 흑색공해		○		3	
		11 . 집진예방		○		3	
		1 . 관람시 소음		○		3	불 요
		2 . 기기작동시 소음					"
		3 . 소음벽 설치 필요성					
소 음 · 진 동 · 악 취	4 . 방음장치의 필요성						
	5 . 악취의 유무		○		3		
	6 . 악취의 정도		○		3		
	7 . 악취의 흡수, 흡착, 세척		○		3		
	8 . 환기처리		○		3		
	9 . 청소방법	○			4		

안 전 진 단 확 인 표							
제 3 지구							
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개 선		
자 연 환 경 과 안 전		10 . 진동의 유무		○		3	
	통 행 시 설	1 . 폐쇄시 습도					85 %
		2 . 관람시 습도					70 %
		3 . 조명등 부근 습도					70 %
		4 . 폐쇄시 습도					16 ℃
		5 . 관람시 온도					17 ℃
		6 . 조명등 부근 온도					17 ℃
인 위 적 파 괴	파 괴 구 분	1 . 불법적 파괴 (승인없는 수리, 보수, 확장)					무
		2 . 합법적 파괴 (개발확장, 부착물 시설 에 의한 천연요소 변형)					무
		3 . 부주의에 의한 파괴 (관리소홀, 무식행위 방치)					무
		4 . 고의적 파괴 (수집, 규정무시, 범죄적 파괴) (관리소홀, 무식행위 방치)					무

안 전 진 단 확 인 표								
제 3 지 구								
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고	
			최 적	양 호	요 개 선			
안 전 요 원 및 교 육	파 괴 구 분	5 . 과사료 (적정선 초과)		○		3		
		6 . 인위적 파괴예방 통제책		○		3		
		7 . 통계 및 처리결과		○		3		
	안 전 요 원	1 . 안전요원 (안내) 인원수		○			3	
		2 . 안전요원 설치		○			3	
		3 . 안전요원 활동		○			3	
		4 . 안전요원 식별		○			3	
		5 . 안전요원 능력		○			3	
	안 전 교 육	1 . 안전요원 교육		○			3	
		2 . 관람인 안전교육		○			3	
		3 . 관람인 안전복장				○	2	
		4 . 안전표시판				○	2	
		5 . 안전안내방송활용				○	2	
	안 전 수 칙	1 . 안전관리규정제정						불 요
		2 . 안전요원업무분야						"
3 . 정기안전측정 및 평가							"	
4 . 안전표시판					○	2		
5 . 안전안내방송활용							"	

안 전 진 단 확 인 표

제 4 지 구 (광 장 지 구)

안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고	
			최 적	양 호	요 개 선			
시 설 비 안	일 반 시 설 비 안	1. 동굴관광지대	○			4		
		2. 동굴입구시설		○		3		
		3. 동굴출구시설		○		3		
		4. 휴식시설 (내외부)			○	2		
		5. 비상연락시설		○		3		
		6. 긴급의료시설 및 수송		○		3		
		7. 긴급대피책		○		3	불요	
		8. 음료수시설 (내외부)					"	
		9. 저장시설						
		10. 오물폐기시설				○	2	
		11. 안내방송시설			○		3	
		12. 각종시설의 보수유지			○		3	
안 전	조 명 시 설	1. 조명자료			○	2		
		2. 조명등설치위치			○	2		
		3. 조명도 (Lx)		○		3		
		4. 조명각도			○	2		
		5. 반사조명		○		3		

안 전 진 단 확 인 표

제 4 지구

안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고		
			최 적	양 호	요 개 선				
시 설 비	조 명 시 설	6. 조명색		○		3			
		7. 조명범위		○		3			
		8. 조명등배치거리		○		3			
		9. 조명등의 수		○		3			
		10. 그림자형성유무		○		3			
		11. 설치 견고성				○	2		
		12. 회로의 처리		○			3		
		13. 배선상태				○	2		
		14. 비상전등 및 전원		○			3		
		15. 눈부심 (휘도) 발생 유무		○			3		
		안 전	통 행 시 설	1. 통로바닥		○		3	
				2. 통로의 넓이			○	2	
				3. 통로의 높이		○		3	
				4. 통로의 상태		○		3	
				5. 계단통로		○		3	
6. 통로시설자료					○	2			
7. 통로시설강도				○			3		

안 전 진 단 확 인 표								
제 4 지구								
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고	
			최 적	양 호	요 개 선			
시	통 행 시 설	8. 통로시설의 구조		○		3		
		9. 안전망 및 손잡이		○		3		
		10. 위험통로의 안전표식		○		3		
설 내 설 부 비 시 설 안		1. 쓰레기 폐기설비		○		3		
		2. 청소설비 및 관리		○		3		
		3. 환경측정설비 및 기기				○	2	
		4. 설명판				○	2	
		5. 휴식실 환경		○			3	
		6. 설비물의 안전도		○			3	
		7. 설비물 정리 및 배열		○			3	
		8. 소화설비		○			3	
		9. 긴급대피 및 보호대책		○			3	
		10. 각종 설비의 보수유지		○			3	
		11. 창의적 설비 개발활용				○	2	
전	낙 반	1. 낙반의 위험도		○		3		
		2. 낙반위험대비책		○		3		
		3. 외부침수 가능성		○		3		

안 전 진 단 확 인 표

제 4 지구

안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고	
			최 적	양 호	요 개 선			
자 연 환 경 과 안 전	붕괴	4. 침수시 대비책		○		3	없음 무	
		5. 부근산화 유입 가능성						
	침수	6. 동굴입구, 출구 부근		○		3		
		7. 토양붕괴 위험도		○		3		
	산화	8. 암반구조 안전성		○		3		
		9. 녹색공해			○	2		
	공해	10. 흑색공해		○		3		
		11. 집진예방		○		3		
	소음 진동 악취	소음	1. 관람시 소음			○		2
			2. 기기작동시 소음		○			3
		진동	3. 소음벽 설치 필요성					
4. 방음장치의 필요성								
악취		5. 악취의 유무		○		3		
		6. 악취의 정도		○		3		
		7. 악취의 흡수, 흡착, 세척		○		3		
		8. 환기처리		○		3		
		9. 청소방법		○		3		

안 전 진 단 확 인 표							
제 4 지구							
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개 선		
자 연 환 경 과 안 전		10. 진동의 유무		○		3	
	통 행 시	1. 폐쇄시 습도					90 %
		2. 관람시 습도					85 %
		3. 조명등 부근 습도					80 %
		4. 폐쇄시 온도					17 °C
		5. 관람시 온도					18 °C
		6. 조명등 부근 온도					19 °C
인 위 적 파 괴	파 괴 구 분	1. 불법적 파괴 (승인없는 수리, 보수, 확장)					없음
		2. 합법적 파괴 (개발확장, 부착물 시설 에 의한 천연요소 변형)					.
		3. 부주의에 의한 파괴 (관리소홀, 무식 행위 방치)					약간
		4. 고의적 파괴 (수집, 규정 무시, 범죄적 파괴) (관리소홀, 무식 행위 방치)					없음
		5. 과사용 (적정선초과)					무
		6. 인위적 파괴예방 통제책					무
		7. 통계 및 처리 결과					무

안 전 진 단 확 인 표

제 4 지구

안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개 선		
안 전 요 원	안 전 요 원	1. 안전요원 (안내) 인원수		○		3	1 인
		2. 안전요원 배치		○		3	
		3. 안전요원 활동	○			4	
		4. 안전요원 식별	○			4	
		5. 안전요원 능력	○			4	
원 및 교 육	안 전 교 육	1. 안전요원 교육	○			4	
		2. 관람인 안전교육	○			4	
		3. 관람인 안전복장		○		3	
		4. 안전표시판			○	2	
		5. 안전안내 방송 활용		○		3	
육	안 전 수 칙	1. 안전관리 규정 제정		○		3	
		2. 안전요원 업무 분야		○		3	
		3. 정기 안전 측정 및 평가			○	2	
		4. 안전 게시판		○		3	
		5. 안전안내 방송 활용		○		3	

안 전 진 단 확 인 표							
제 5 지구 (꽃쟁반지구)							
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개 선		
시 설 비 안 전	일 반 시 설	1 . 동굴관광지대	○			4	무 불 요 무 무
		2 . 동굴입구시설		○		3	
		3 . 동구출구시설		○		3	
		4 . 휴식시설 (내외부)			○	2	
		5 . 비상연락시설		○		3	
		6 . 긴급의료시설 및 수송					
		7 . 긴급대피대책					
		8 . 음료수시설 (내외부)					
		9 . 저장시설					
		10 . 오물폐기시설			○	2	
		11 . 안내방송시설			○	3	
		12 . 각종시설의 보수유지			○	3	
조 명 시 설	조 명 시 설	1 . 조명자료		○	○	3	
		2 . 조명등 설치위치		○	○	3	
		3 . 조명도 (Lx)		○		3	
		4 . 조명각도		○	○	3	
		5 . 반사조명		○	○	3	

안 전 진 단 확 인 표

제 5 지구

안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고	
			최 적	양 호	요 개 선			
시 명 설 시 설 비 안 행 전	조 명 시 설	6. 조명색		○		3		
		7. 조명범위		○		3		
		8. 조명등 배치거리		○		3		
		9. 조명등의 수		○		3		
		10. 그림자 형성유무		○		3		
		11. 설치 견고성		○		3		
		12. 회로의 처리		○		3		
		13. 배선상태				○	2	
		14. 비상전등 및 전원		○			3	
	15. 눈부심 (휘도) 발생유무		○			3		
	통 행 시	1. 통로바닥		○			3	
		2. 통로의 넓이				○	2	
		3. 통로의 높이		○			3	
		4. 통로의 상태				○	2	
		5. 계단통로		○			3	
6. 통로시설자료					○	2		
7. 통로시설강도			○			3		

안 전 진 단 확 인 표							
제 5 지구							
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개 선		
시	통 행 시 설	8 . 통로시설의 구조		○		3	
		9 . 안전방 및 손잡이			○	2	
		10 . 위험통로의 안전표지			○	2	
설 비 부 설 안 전	내 부 설 비	1 . 쓰레기 폐기설비		○		3	
		2 . 청소설비 및 관리		○		3	
		3 . 환경측정설비 및 기기		○		3	
		4 . 설명판			○	2	
		5 . 휴식실 환경		○		3	
		6 . 설비물의 안전도		○		3	
		7 . 설비물 정리 및 배열		○		3	
		8 . 소화설비		○		불요	
		9 . 긴급대피 및 보호대책		○		3	
		10 . 각종 설비의 보수유지		○		3	
		11 . 창의적 설비 개발활용		○		3	
낙 반 붕 괴 침 수 산 화 공 해		1 . 낙반의 위험도		○		3	
		2 . 낙반위험대비책		○		3	
		3 . 외부침수 가능성				3	없 음

안 전 진 단 확 인 표

제 5 지구

안전 구분	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고	
			최	적	양호			요개선
자 연 환 경 과 안 전	낙반 붕괴 침수 산화 공해 소 음 · 진 동 · 악 취	4. 침수시 대비책					없음	
		5. 부근산화 유입 가능성					"	
		6. 동굴입구, 출구 부근					3	"
		7. 토양붕괴 위험도						무
		8. 암반구조 안전성			○		3	
		9. 녹색공해				○	2	
		10. 흑색공해			○		3	
		11. 집진예방			○		3	
		1. 관람시 소음			○		3	
		2. 기기작동시 소음			○		3	
		3. 소음벽 설치 필요성			○		3	
4. 방음장치의 필요성			○		3			
5. 악취의 유무			○		3			
6. 악취의 정도			○		3			
7. 악취의 흡수, 흡착, 세척			○		3			
8. 환기처리			○		3			
9. 청소방법			○		3			

안 전 진 단 확 인 표							
제 5 지구							
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개 선		
자 연 환 경 과 안 전	통 행 시	10 . 진동의 유무		○		3	
		1 . 폐쇄시 습도					95 %
		2 . 관람시 습도					80 %
		3 . 조명등 부근 습도					80 %
		4 . 개폐별 온도					16 ℃
		5 . 관람시 온도					17 ℃
		6 . 조명등 부근 온도					18 ℃
인 위 적 파 괴	파 괴 구 분	1 . 불법적 파괴 (승인없는 수리, 보수, 확장)					없 음
		2 . 합법적 파괴 (개발확장, 부착물 시설에 의한 천연요소 변형)					약 간
		3 . 부주의에 의한 파괴 (관리소홀, 무식행위 방치)					없 음
		4 . 고의적 파괴 (수집, 규정무시, 범죄적 파괴) (관리소홀, 무식행위방치)					"
		5 . 과사용 (적정선 초과)					무

안 전 진 단 확 인 표

제 5 지구

안전 구분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개선		
안 전 요 원 및 교 육	파 괴 구 분	6 . 인위적 파괴예방 통제책					무 .
		7 . 통계 및 처리결과					
	안 전 요 원	1 . 안전요원 (안내) 인원수	○			4	1인
		2 . 안전요원 배치		○		3	
		3 . 안전요원 활동	○			4	
		4 . 안전요원 식별	○			4	
		5 . 안전요원 능력	○			4	
	안 전 교 육	1 . 안전요원 교육	○			4	
		2 . 관람인 안전교육	○			4	
		3 . 관람인 안전복장		○		3	
		4 . 안전표시판			○	2	
		5 . 안전안내방송활용		○		3	
	안 전 수 칙	1 . 안전관리규정제정		○		3	
		2 . 안전요원업무분야		○		3	
		3 . 정기안전측정 및 평가		○		3	
4 . 안전계시판				○	2		
5 . 안전 안내 방송활용			○		3		

안 전 진 단 확 인 표

제 6 지구 (출구통로 → 경사로)

안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개 선		
시 반 설 시 설 비 설	일	1. 동굴관광지대		○		3	불 요
		2. 동굴입구시설		○		3	
		3. 동굴출구시설		○		3	
		4. 휴식시설 (내외부)			○	2	
		5. 비상연락시설			○	2	
		6. 긴급의료시설 및 수송			○	2	
		7. 긴급대피대책			○	2	
		8. 음료수시설 (내외부)					
		9. 저장시설		○		3	
		10. 오물폐기시설		○		3	
		11. 안내방송시설			○	2	
		12. 각종시설의 보수유지		○		3	
안 전 시 설	조 명 시 설	1. 조명자료			○	2	
		2. 조명등 설치위치		○		3	
		3. 조명도 (Lx)			○	2	
		4. 조명각도		○		3	
		5. 반사조명		○		3	

안 전 진 단 확 인 표								
제 6 지구								
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고	
			최 적	양 호	요 개 선			
시 명 설 비	초 명 시	6. 조명색		○		3		
		7. 조명범위		○		3		
		8. 조명등 배치거리		○		3		
		9. 조명등의 수		○		3		
		10. 그림자 형성유무		○		3		
		11. 설치 견고성		○		3		
		12. 회로의 처리		○		3		
		13. 배선상태				○	2	
	설 비	설	14. 비상전등 및 전원		○		3	
			15. 눈부심(휘도) 발생유무		○		3	
	안 전 설	통 행 시 설	1. 통로바닥		○		3	
			2. 통로의 넓이			○	2	
			3. 통로의 높이			○	2	
			4. 통로의 상태			○	2	
5. 계단통로				○		3		
6. 통로시설자료				○		3		
7. 통로시설강도				○		3		

안 전 진 단 확 인 표								
제 6 지구								
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고	
			최 적	양 호	요 개 선			
시 설 부 설 비 안 전	통 행 시 설	8. 통로시설의 구조		○		3		
		9. 안전망 및 손잡이		○		3		
		10. 위험통로의 안전표식		○		3		
	내 부 설 비	비	1. 쓰레기 폐기설비		○		3	
			2. 청소설비 및 관리		○		3	
			3. 환경측정설비 및 기기		○		3	
			4. 설명판			○	2	
			5. 휴식실 환경			○	2	
			6. 설비물의 안전도		○		3	
			7. 설비물 정리 및 배열		○		3	
			8. 소화설비					불 요
안 전	낙 반 붕 괴 침 수 산 화 공 해	9. 긴급대피 및 보호대책					"	
		10. 각종 설비의 보수유지					"	
		11. 창의적 설비 개발활용		○		3		
		1. 낙반의 위험도		○		3		
		2. 낙반위험대비책		○		3		
		3. 외부침수 가능성					무	

안 전 진 단 확 인 표

안전 구분	진단 항목	측정조사세부항목	측정구분			평가	비고	
			최적	양호	요개선			
자 연 환 경 과 안 전	낙반·붕괴·침수·산화·공해	4. 침수시 대비책		○		3	무	
		5. 부근산화 유입 가능성				3		
		6. 동굴입구, 출구 부근		○		3		
		7. 토양붕괴 위험도		○		3		
		8. 암반구조 안전성		○		3		
		9. 녹색공해		○		3		
		10. 흑색공해		○		3		
		11. 집진예방		○		3		
		소음·진동·악취	1. 관람시 소음		○			3
			2. 기기작동시 소음		○			3
			3. 소음벽 설치 필요성		○			3
4. 방음장치의 필요성			○		3			
5. 악취의 유무			○		3			
6. 악취의 정도			○		3			
7. 악취의 흡수, 흡착, 세척			○		3			
8. 환기처리			○		3			
9. 청소방법			○		3			

안 전 진 단 화 인 표							
제 6 지구							
안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개 선		
자 연 환 경 과 안 전	통 행 시 설	10 . 진동의 유무		○			
		1 . 폐쇄시 습도					85%
	2 . 관람시 습도					80%	
	3 . 조명등 부근 습도					70%	
	4 . 폐쇄시 온도					17℃	
	5 . 관람시 온도					18℃	
	6 . 조명등 부근 온도					19℃	
인 위 적 파 괴	파 괴 구 분	1 . 불법적 파괴 (승인없는 수리, 보수, 확장)					없음
		2 . 합법적 파괴 (개발확장, 부착물 시설에 의한 천연요소 변형)					"
		3 . 부주의에 의한 파괴 (관리소홀, 무식행위방치)					있음
		4 . 고의적 파괴 (수집, 규정무시, 범죄적 파괴) (관리소홀, 무식행위방치)					없음
	5 . 과사용 (적정선 초과)					"	
	6 . 인위적 파괴예방 통제책					"	

안 전 진 단 확 인 표

제 6 지구

안 전 구 분	진 단 항 목	측 정 조 사 세 부 항 목	측 정 구 분			평 가	비 고
			최 적	양 호	요 개 선		
안 전 요 원 및 교 육		7. 통계 및 처리결과					없 음
	안 전 요 원	1. 안전요원 (안내) 인원수					○ 인
		2. 안전요원 배치					무
		3. 안전요원 활동					"
		4. 안전요원 식별					"
		5. 안전요원 능력					"
	안 전 교 육	1. 안전요원 교육					"
		2. 관람인 안전교육		○		3	
		3. 관람인 안전복장		○		3	
		4. 안전표시판			○	2	
5. 안전안내방송활용			○		3		
안 전 수 칙	1. 안전관리규정제정		○		3		
	2. 안전요원업무분야		○		3		
	3. 정기안전측정 및 평가		○		3		
	4. 안전게시판			○	2		
	5. 안전안내방송활용		○		3		

VIII. 천동굴의 환경보존을 위한 건의사항

천동굴의 환경보존 및 안전진단을 실시한 결과 대략 다음과 같이 평가한다.

이번 진단은 일반시설, 통행시설, 조명시설, 그밖에 동굴내 설비와 자연환경 인위적 파괴행위 안전관리교육 등등으로 나누어 진단하였다. 그리고 천동굴 전지역을 6개의 지구로 분류하였으며 각 지구별 개별항목에 대한 평가도 실시하였다.

이 천동굴의 안전진단평가는 동굴이 관광동굴로 공개한 이후 10여년이 지난 오늘 처음 실시하는 것이므로 이번 환경진단 및 안전진단 등의 평가는 앞으로 천동굴 안전진단의 기준이 되어야 할 것으로 본다.

1. 일반시설

- ① 천동굴 주차장 부근의 제반시설들은 무질서한 나열상태로 되고 있어 앞으로 질서정연한 재배치가 요구된다.
- ② 주차장 주변과 그 주위를 구획하는 외곽선 지역에 대한 조경 미화공사가 요구된다.
- ③ 화장실을 비롯한 부대시설의 재배치가 요구된다.
가능한 주차장 부근에 배치해야 할 것이다.
- ④ 동굴로 올라가는 오르막 통로 일대를 인조동굴화하는 것을 건의한다. 통로양측에는 안내 아크릴판을 시설한다.

- ⑤ 동굴정면 광장은 대정비되어야 하며 보다 규모있는 휴게시설과 대기설비가 마련되어야 하겠다.
- ⑥ 인공폭포를 보다 자연적으로 미화하기 위하여 인조바위로 개조하는 것이 바람직스럽다.
- ⑦ 동굴정면에서 아래쪽 주차장 등을 내려다볼 수 있는 관리소 정면 광장(휴게 및 대기장소)은 보다 자연미 있는 휴식공간으로 조경한다.

2. 동굴내부시설

- ① 동굴내부로 들어가는 인공터널구역도 역시 인조바위로 개장하여 자연적 동굴내부의 경관을 이루도록 조경한다.
이 동굴 벽면에도 동굴에 관한 제반자료를 제시하는 안내판을 부착시킨다.
- ② 제 2 구역에 해당되는 끝머리 막장에는 원래의 동굴입구였던 기록을 부착시킨다.
- ③ 제 3 구역에 해당하는 동굴보호지역은 동굴의 2차 생성물인 퇴적물 경관을 많이 볼 수 있는 전시장인바 그 훼손이 염려되므로 동굴보호구역으로 설정한다.
이들 퇴적물에는 각각 학술명칭을 부착시킨다.
- ④ 제 4 구역에 해당하는 중앙광장은 특수지형지물을 면밀하게 관찰할 수 있도록 발판시설을 설비한다.
- ⑤ 주요 지형지물에는 학술명과 속명을 부착시켜 자연현장학습에도

움을 주도록 한다.

- ⑥ 제 5구역인 천동굴 들숲지역은 지형지물현물이 훼손되지 않도록 설비한다.
- ⑦ 제 6구역의 내리막 통로는 보다 원활하게 통행할 수 있도록 시설한다.

3. 동굴통로 시설

- ① 관광객의 통행에 편리하도록 통로의 높이와 넓이를 재조정한다.
- ② 불필요한 철조망을 제거시켜 통행을 자유롭게 하고 광장전망에 유리하게 한다.
- ③ 통로부근의 지형지물은 철망보다 투명체의 물체로 투시할 수 있도록 시설한다.

4. 조명시설

- ① 동굴조명은 수은등으로 하되 되도록 분위기에 맞는 색채로 조명한다.
- ② 수증램프는 지나친 밝기를 피하고 규정에 맞는 전기시설 자료를 사용한다.
- ③ 관람객이 감전사고를 당하지 않도록 제반 전기공사를 재검토해야 하겠다.
- ④ 조도는 되도록 70~100 LUX 이하로 한다.
- ⑤ 동굴을 찾은 사람의 시야에 광원이 직접 눈에 비치지 말아야

된다.

다시말하면 동굴 피사체를 보고 있을때 광원이 어디에 있는지 보는 사람이 광원의 위치를 몰라야 한다.

- ⑥ 동굴조명은 입체조명을 실시해야 된다.

자연상태의 태양광속에서 길들여진 우리는 전기광원을 재현시켜 동굴피사체를 살릴때 광원의 각도에 따라 느끼는 분위기는 각각 다르게 된다.

이런 심리적인 효과를 감안해서 주광원의 위치를 설정해야 될 것이고 주광원이 있으면 반사광 즉 보조광원의 설치는 필수적이다.

- ⑦ 동굴조명은 색깔의 적절한 안배가 있어야 된다.

각기 다른 동굴피사체에서 그 분터기를 강조시킬때 필수적으로 여러가지 색을 띤 조명을 시켜야 된다.

- ⑧ 동굴 내부에 전기선이 보이지 말아야 된다.

자연의 동굴 내부를 찾는 사람이 인공적 시설물인 전기선이 눈에 보일때 신비스런 자연의 느낌을 반감시킬 것이다.

절대적으로 문명의 산물은 동굴 내부에서는 눈에 띄지 말아야 된다.

5 . 일반시설

- ① 시설물은 가급적 적게 설치하고 다소 부담이 되고 힘이 들더라도 동굴내부와 같은 분위기로 토목공사를 해서 될수 있

으면 인공적 시설인 철계단, 철사다리 등을 생략해서 돌이나 흙을 이용 통로의 시설을 갖추어야 될것으로 생각된다.

- ② 동굴내부는 항상 습기가 상존하는 관계로 철재 시설물은 녹이 쓸지않은 소재를 선택해야 될 것이다.
- ③ 무분별한 개발로 인한 신비스런 동굴의 이미지를 손상시키는 개발은 삼가돼야 될것이다. 즉 석굴이나 토굴의 범주에 속하는 동굴개발은 지양돼야될 것이다.
- ④ 비상연락 기타의 부대시설을 단계적으로 보완, 보수하여야 할것이다.