







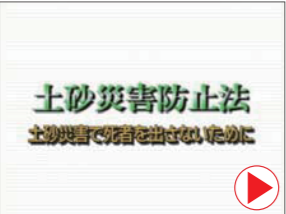





영상 집

스마트폰이나 태블릿으로 이러한 영상을 볼 수 있습니다. 상세한 것은 2 페이지를 참조해 주세요.

<p>토석류 41초</p>  <p>나가노현(長野県)카미야마촌(上松町)·나메리강(滑川)에서 1999년 6월에 발생한 토석류 영상. 큰 바위가 선두인 토석류의 특징을 잘 알 수 있다. 제공: 타지미(多治見) 사방국도사무소</p>	<p>명물림 1분19초</p>  <p>나라현(奈良県)오토마을(大塔村)(현·고조시(五條市))에서 2004년 8월에 발생한 명물림 영상. 경사면의 나무들이 활락하는 모습을 잘 알 수 있다. 제공: 킨키(近畿) 지방정비국</p>	<p>산사태 28초</p>  <p>나가노현(長野県)아즈미마을(安曇村)(현·마츠모토시(松本市))에서 1991년 10월 발생한 산사태 영상. 산기슭이 붕괴되는 결정적인 순간을 포착한 귀중한 기록.</p>	<p>산사태를 알아 6분04초</p>  <p>산사태는 왜 발생하는가. 사람 몸의 상태로 비유한 쉬운 해설.</p>
<p>산이 무너진다 6분45초</p>  <p>경사면 붕괴와 토사재해의 구조에 대해 설명. 제공: 시코쿠(四国)산지 사방 사무소</p>	<p>피난해서 다행이다 9분15초</p>  <p>독자적인 자주방재 활동을 조직하고, 토사재해로부터의 피난을 성공시킨 주민의 문서.</p>	<p>토석류재해에 대비하여 8분03초</p>  <p>토석류의 전조현상이나 피난의 중요성 등을 가족드라마를 통해 알기 쉽게 한다. 제공: 시코쿠(四国)산지 사방 사무소</p>	<p>화산재해에 대비하여 9분16초</p>  <p>화산활동에 의한 재해, 화산재해로부터 몸을 지키기 위해 필요한 일 등을 드라마로 알기 쉽게 전한다. 제공: 토네가와(利根川)수계사방사무소</p>
<p>토사재해방지법 14분</p>  <p>「레드존」, 「주차금지구역」의 의미 등에 대해 설명. 제공: 전국 명물림 산사태연락협의회</p>	<p>곤란한 토석류 14분21초</p>  <p>코믹한 캐릭터들이 토사재해에 관해서 가르쳐 주는 CG애니메이션. 제공: 야마구치현(山口県) 토목건축부 사방과</p>	<p>시오자와(塩沢)를 지키는 돌쌓기 사방시설 9분35초</p>  <p>니가타현(新潟県)시오자와마을(현·미나미우노마시(南魚沼市))에 남아있는 소와초기의 사방시설을 소개.</p>	<p>곡창 우시로산(後山)의 옛날을 더듬다 9분55초</p>  <p>「고시하카리」의 산지, 미나미우노마시의 우시로산(後山)지구의 옛날 재해와 사방사업을 소개.</p>

비매품



토사재해로부터 생명을 지키자

제작 : 2016년 1월
 발행 : NPO법인 토사재해방지홍보센터
 URL : <http://www.sabopc.or.jp>
 발간(번역) : 사방협회(김민식)

불허복제 · 무단전재

토사재해로부터 생명을 지키자

일본에서는 매년 약 1,000건의 토사재해가 발생하여, 인명을 빼앗는 큰 피해가 생기고 있습니다.

사 방 소 책 자

번역본



「스마트폰이나 태블릿에서 동영상을 보자!」

이 소책자에서는 마커 ▶가 붙어 있는 사진이나 일러스트에 스마트폰이나 태블릿 등의 단말기기를 탭하면, 동영상을 볼 수 있습니다.


AR동영상 시청방법

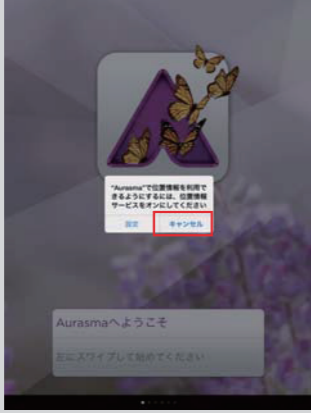
주의! 본 기능은 무상 어플리케이션으로, 제작관리회사의 사정에 의해 본 서비스의 정지나 불편 등의 가능성도 있으므로, 자기 관리·책임으로 이용하여 주세요.

처음에


무료 어플리케이션 「오라즈마 Aurasma」를 소지하신 스마트폰 또는 iPad 등에 인스톨 해 주세요.

App Store | Google play






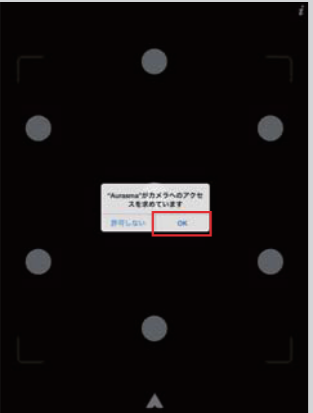
① 어플을 기동하고, 화면이 표시되면 「위치정보」를 「켄슬(허용안함)」한다.




② 왼쪽으로 5회 넘기고(Swipe), 「로그인 화면」을 표시한다.



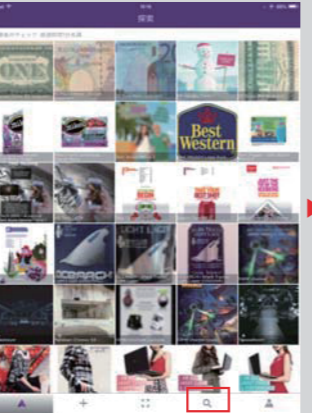
③ 오른쪽 아래의 「스킵(Skip)」을 탭한다(유저등록은 불요).



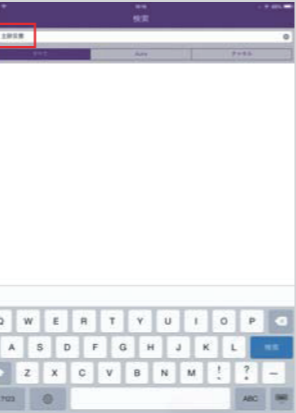
④ 「OK」를 탭하면, 카메라모드로 바뀐다.




⑤ 화면 아래의 ▲ 마커를 클릭하면 화면이 바뀐다.




⑥ 화면 아래의 🔍 확대검색마크를 탭한다.



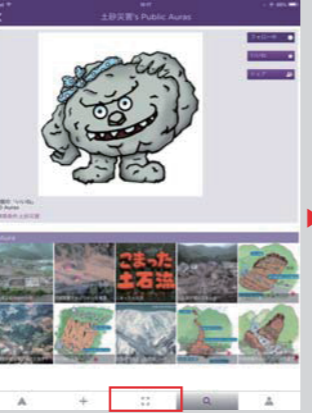
⑦ 검색창에 「토사재해」라고 입력한다.




⑧ 리스트 중에서 「토사재해's Public Auras」를 찾아 탭한다.



⑨ 화면 우측 위의 「팔로우(Follow)」를 탭한다.



⑩ 화면 하부 중앙의 ▶ 아이콘을 선택하면, 카메라가 작동한다.



⑪ 마커 ▶가 부착된 단말기기를 클릭하면 동영상을 시청할 수 있다

토사재해로부터 생명을 지키자

사방소책자

목차

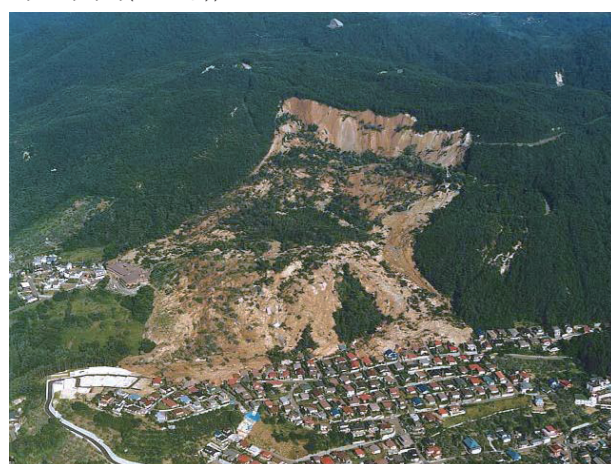
1	토사재해가 많은 일본	4
2	토석류재해	8
3	땅밀림재해	10
4	산사태재해	12
5	화산재해	14
6	눈사태재해	15
7	하도폐색(천연댐)	16
	심층붕괴	17
8	토사재해를 예방하는 시설	18
9	방재정보를 손에 넣자	22
10	피난방법을 몸에 익히자	24
	· 토사재해로부터 생명을 지키기 위한 체크리스트	26
	· 「자, 피난!」을 준비하자	27
	영상집	뒷면표지

1 토사재해가 많은 일본

일본은 풍부한 자연을 가지고 있습니다. 그 반면 다양한 자연재해가 일어나고 있으며, 그 가운데 토사재해가 있습니다.



토석류재해
(2014년 히로시마(広島)토사재해, 히로시마현(広島県) 히로시마시(広島市))



땅밀림재해
(1995년 지츠키산(地附山)땅밀림, 나가노현(長野県) 나가노시(長野市))



시라스대지(화산재 등이 쌓여서 만든 대지)의 산사태
(1986년 가고시마(鹿児島) 호우재해, 가고시마현(鹿児島県) 가고시마시 히라노마을(平之町))

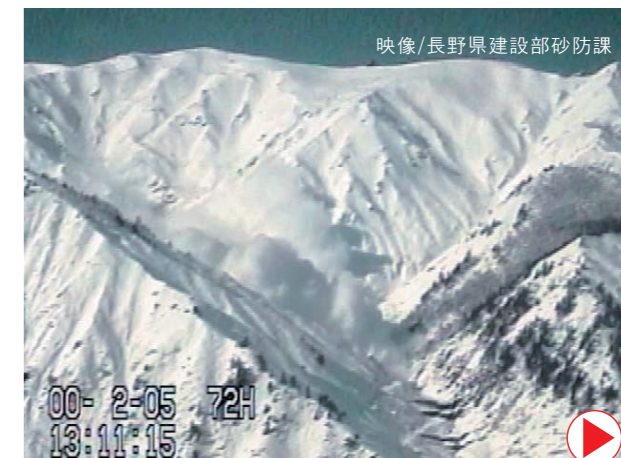


좀 더 알아보기

- 산이나 경사면의 토사(흙이나 모래, 돌 등)가 무너지거나 무너진 토사나 화산분화에 의한 강회(강물이 강물과 섞여 흘러내리는 것)에 의해서 집, 도로 또는 전답이 파묻히거나 인명을 앗아가거나 하는 재해를 토사재해라고 한다. 토사재해에는 토석류, 땅밀림 및 산사태 등이 있다.



분화 후, 발생한 화산재에 의한 이류
(2000년 도쿄도(東京都) 미야케지마(三宅島))



하쿠바(白馬)마을에서 발생한 눈사태
(2000년 나가노현 하쿠바마을(長野県 白馬村) 촬영/나가노현, 감수/토목 연구소)



집중호우에 따라 붕괴된 토사에 의한 하도폐색(천연담)
(2011년 태풍 12호, 나라현(奈良県) 토츠강마을(十津川村))

일본은 왜 토사재해가 많이 발생하는가?

일본 열도의 기후나 지질·지형 등에 주된 원인이 있습니다.

지도의 초록부분(평지)이 매우 적다.



● 강우가 많다

토사재해를 일으키는 큰 원인의 하나는 강우입니다. 일본은 세계 각국 중에서도 특히 강우가 많은 나라입니다. 또한 장마나 태풍 등에 따라 집중호우가 집중하여 내립니다.

● 산지가 많고, 빈약한 지질의 산이 많다

일본은 국토의 약 70%가 산지입니다. 그래서 험란하고 붕괴되기 쉬운 지질의 산이 많습니다.

● 강은 급류

산이 높고 험하기 때문에 그곳에서부터 흘러오는 강은 대부분이 급류입니다. 강의 흐름이 빠를수록 물에 의해 침식되는 힘은 강하게 되어 하류로 많은 토사를 운반합니다.

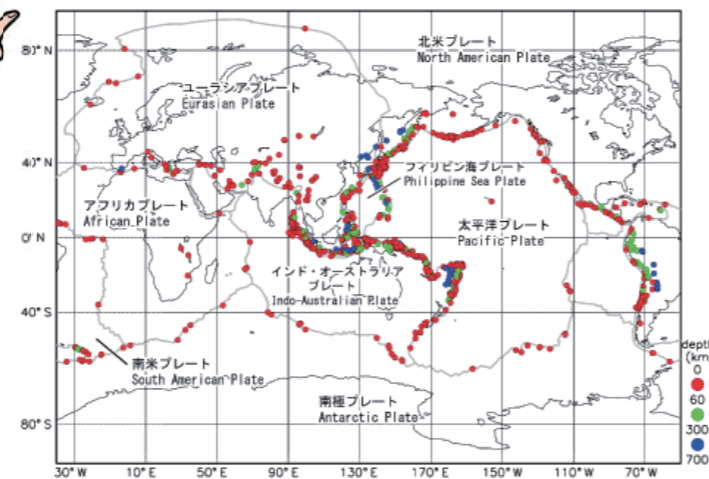
● 지진도 화산도 많다

일본은 지진이 매우 많은 국가입니다. 지진이 원인으로 산사태나 땅밀림도 발생합니다. 또한, 일본열도에는 총 110개의 활화산이 있습니다.



Source : JMA

지진은 플레이트의 경계에서 발생하는 것이 많다.

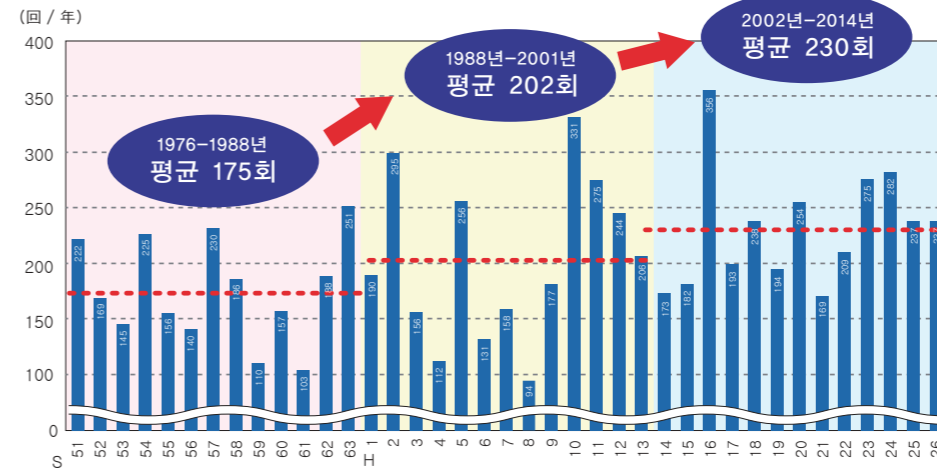


(※) 2003년부터 2013년

출처 : 미국지진조사소 진원데이터를 기초로 기상청에서 작성
세계 마그니튜드 6 이상의 진원분포와 플레이트 경계 (출전: 2013년판 방재백서(내각부편))

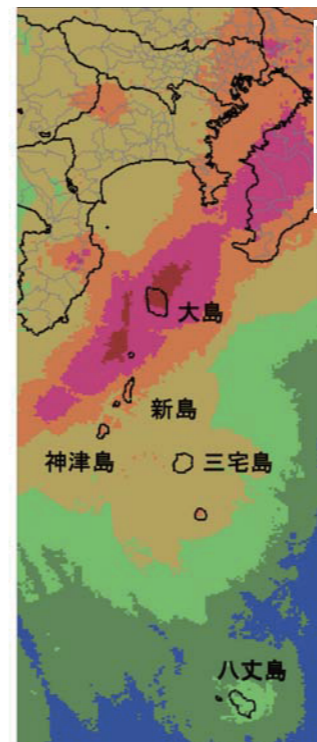
● 위험한 집중호우가 증가하고 있다

최근 매우 격렬한 호우가 한정된 지역에서 짧은 시간에 집중하여 내리는 것(국지적 집중호우)이 증가하고, 이에 따른 토사재해도 많아지고 있습니다.



최근 국지적 집중호우 발생 건수 (기상청 자료를 기초로 작성)
※ 1시간 강수량 50mm 이상의 연간 관측회수

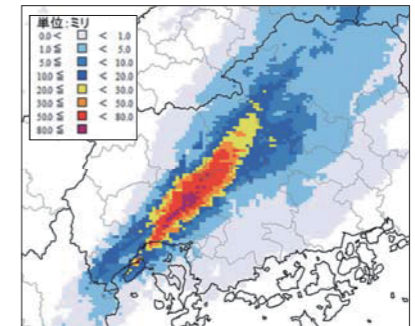
2013년 10월 태풍 26호의 강우분포 (10월 15일 6시 ~ 16일 9시까지의 27시간 강수량)



이즈 제도(伊豆諸島)의 오오시마(大島)(모토마을(元町))에서는 1시간에 122.5mm, 24시간에 824.0mm (이것은 10월 평균 1개월 강수량의 약 2.5배)의 격렬한 강우가 내려, 2012년 집중호우로 기록한 강우량을 갱신하였다. 이 강우에 의해 오오시마에서 토석류(이류)가 발생하여, 사망자·행방불명자 39명이 발생하였습니다.

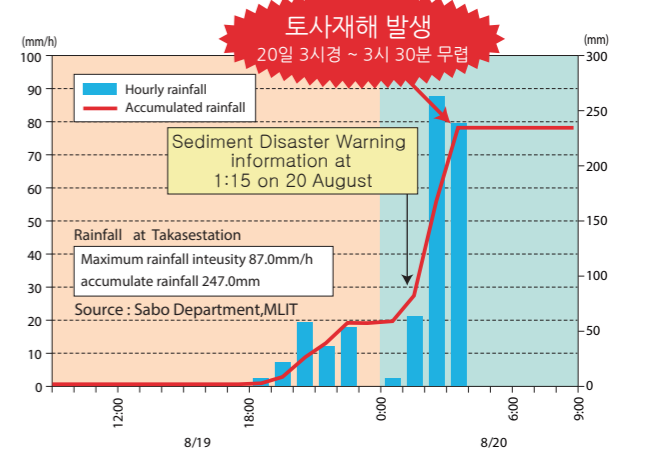
출전: 2013년 태풍 제26호에 관한 도쿄도(東京都) 기상속보(도쿄관구 기상대)

2014년 히로시마 토사재해 강우분포 (8월 20일 2시~3시의 1시간 강수량)



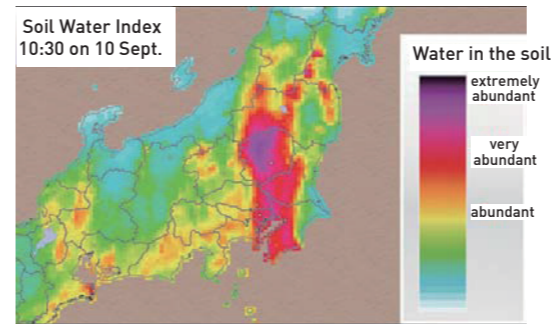
출전: 전선에 의한 집중호우 2014년 8월 15일 ~ 8월 20일 속보(기상청)

2014년 8월 히로시마 토사재해에서는 강우가 일시 멈춘 후, 다시 강한 강우가 내리기 시작하고 나서 불과 2시간 사이에 토사재해가 발생했습니다. 이러한 토사재해에 의해 74명이 희생이 되는 등 격심한 피해가 발생하였습니다.



태풍 18호로부터 바뀐 저기압을 향해서 남쪽에서 불어온 바람과 일본 동쪽의 해상에 있던 태풍 17호로부터 불어온 바람의 영향으로 칸토로부터 도호쿠에 걸친 남북의 띠모양으로 강한 강우를 퍼부을 수 있는 적란운이 수차례 발생했습니다. 키누강(鬼怒川) 상류지역에서는 집중호우에 의해서 토사재해가 다발하고, 하류지역에 해당하는 이바라키현(茨城県) 조소시(常総市)에서는 상류의 집중호우에 의한 증수로 제방이 무너져 주변은 홍수재해가 발생하였습니다.

2015년 9월 칸토(関東)·도호쿠(東北) 호우에 따른 토양우량지수 (흑으로 채운 우량을 나타낸 그림)



Source : weather map

좀 더 알아보자

- 활화산이란 과거 1만년 이내에 분화했던 적이 있는 화산으로 전 세계에 대략 1,500개가 있다. 일본의 육지면적은 세계의 육지면적의 약 0.25%에 지나지 않으나, 활화산의 수는 세계 전체의 약 7%에 이른다.
- 지진과 화산활동도 지구의 플레이트의 움직임과 관련하여 일어난다고 생각되고 있다. 플레이트는 지구의 표면을 감싸는 단단한 암반으로 수십마 정도(수는 여러 학설이 있다)로 나누어져 있다. 일본 열도 주변에서는 그 중 4장이 접하고 있다.

2 토석류재해

토석류는 집중호우에 의해서 산의 경사면이 무너져 그 토사가 계곡에 있던 토사와 함께 물과 섞이고, 매우 강한 기세로 산기슭으로 향해 유출하는 현상입니다. 기슭을 세굴하면서 계곡에 있는 바위나 큰 나무 등도 뽑으면서 계곡출구에 오면 퍼지고 마을을 습격합니다.



토석류가 덮친 마을
(2014년 나기소(南木曾) 토사재해, 나가노현(長野県) 나기소마을)



태풍에 의한 집중호우로 발생한 토석류(이류)
(2013년 태풍 26호, 도쿄도(東京都) 오시마마을(大島町))



이런 큰 바위도
떠내려 오네요,



토석류가 옮겨 온 바위
(2014년 히로시마(広島) 토사재해, 히로시마현(広島県) 히로시마시(広島市))



토석류는 빠를 때는
시속 40km 정도가
되기도 한다네요,



마을 안을 달리는
자동차와 같은 정도구나,



토석류 전조현상

토석류의 대부분은 집중호우가 계기가 되어 일어납니다. 집중호우가 내리고 있을 때나 내린 후에 강이나 계곡에서 이런 변화를 볼 수 있으면, 그것은 토석류의 전조일지도 모릅니다. 이럴 때는 곧바로 강이나 계곡으로부터 떨어지고, 조금이라도 높은 장소로 피난합니다.

◆ 강이나 계곡 내에서 데굴데굴하는 소리가 나거나 불꽃이 보인다.

상류의 산이 무너져 큰 돌이 유출되고 있습니다. 불꽃은 돌끼리 부딪치는 것에 의해 발생합니다.



◆ 산울림이나 이상한 냄새가 난다
상류에서 산이 무너지고 있을 우려가 있습니다.

◆ 땅울림이 있다
토석류가 유출되고 있습니다.



◆ 강이나 계곡의 흐름이 탁하고, 나무가 유출된다.

상류의 산이 무너져 토사나 나무가 유출되고 있습니다.



◆ 비가 계속 내리고 있는데, 강이나 계곡의 물이 줄어든다

상류에서 무너진 토사가 흐름을 막고 있습니다. 막고 있던 토사가 단번에 무너져 토석류가 되어 유출할 우려가 있습니다.



좀 더 알아보자

- 토석류에는 언제나 이러한 전조현상(징조)이 있다고는 할 수 없지만, 「평상시와 다르다」, 「무엇인가 이상하다」라고 느끼게 되면, 주변 사람이나 동사무소 등에도 알려 가능한 한 빨리 안전한 장소로 피난한다.
- 이러한 이변(異變)을 깨닫기 위해서는 평소부터 주위의 자연현상을 관찰하고, 평상시의 모습을 알아 두는 것이 중요하다.
- 「이상한 냄새」는 단내나는 냄새, 썩는 냄새나 흙 냄새 등
- 지금 있는 곳은 비가 내리지 않았는데 계곡 상류에서 집중호우가 내렸기 때문에 토석류가 발생하여 단번에 하류로 밀려 내려오기도 한다. 계곡변에서 캠프를 할 때에는 상류에 먹구름이 보이거나 천둥소리가 들려오거나 하면 곧바로 계곡으로부터 멀리 피난한다.

3 땅밀림재해

땅밀림은 비교적 완만한 경사면이 넓은 범위에 걸쳐 미끄러져 떨어지는 현상입니다. 장시간에 걸쳐 천천히 움직이는 땅밀림도 있으나, 단번에 크게 움직이기도 하여 집이나 전답, 도로 등이 한번에 큰 피해를 받게 됩니다.



니가타현(新潟県) 류에츠(中越)지진으로 발생한 땅밀림 (2004년 니가타현 나가오카시(長岡市) <구·야마코시마(山古志村) 히가시타케계곡(東竹沢)>) 지진도 땅밀림을 일으키는 원인이 됩니다.

영상/국토교통성 유자와(湯沢)사방사무소



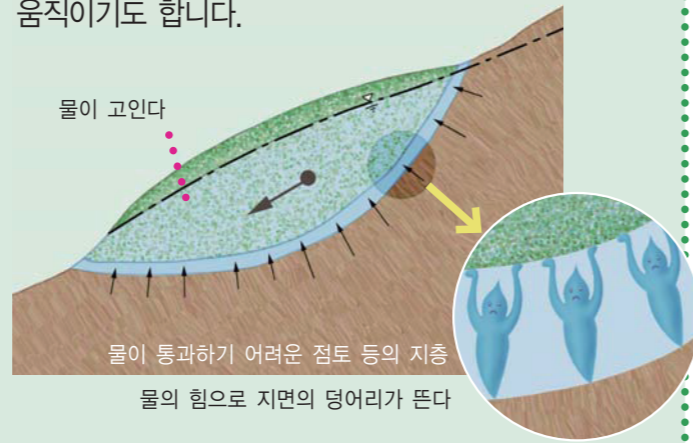
마을을 덮쳐, 도로에 도달한 땅밀림 토사 (2010년 가고시마현(鹿児島県) 다쓰고마(龍郷町))



영상/국토교통성 유자와(湯沢)사방사무소

땅밀림이 발생하는 구조

땅밀림은 물이 통과하기 어려운 점토 등의 지층이 있는 곳에서 일어납니다. 스며든 빗물·웅설수나 지하수가 이러한 지층 위에 쌓이면, 물의 힘(수압)으로 상부의 지면이 떠올라 한 덩어리로 경사면을 따라 미끄러집니다. 땅밀림은 지진이 계기가 되어 움직이기도 합니다.



좀 더 알아보기

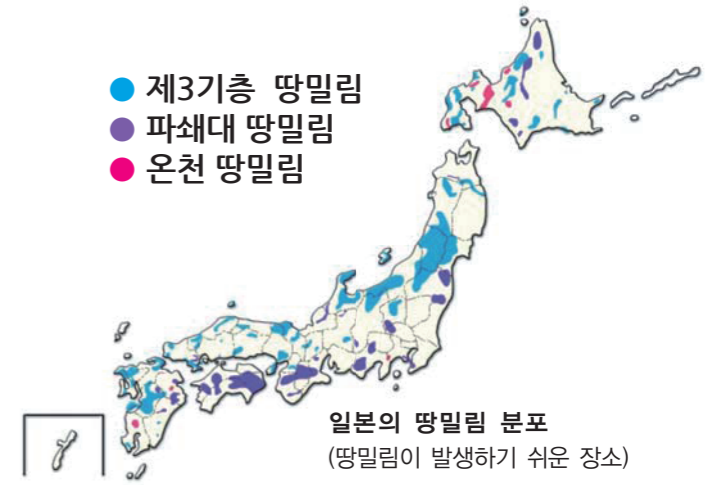
- 땅밀림을 일으키기 쉬운 조건으로서는 점토층 외에 투수성(물의 스며들기 쉬움)이 크게 다른 지층이 겹치고 있거나 경사면의 기울기와 지층의 기울기가 동일한 것 등이 있다.

땅밀림 종류

땅밀림에는 다음과 같은 종류가 있습니다.

제3기층 땅밀림
제3기층은 약 6,500만년 ~ 170만년 전에 바다의 바닥에 화산재나 진흙 등이 쌓여있던 지층으로 점토화하기 쉬운 성질이 있습니다. 일본열도의 일본해측에 많은 땅밀림입니다.
파쇄대 땅밀림
파쇄대는 암석에 균열이 다수 있어 약해진 지층으로 변질(變質)하여 점토가 되는 일이 있습니다. 중앙 구조선 등 큰 단층 주변에 많은 땅밀림입니다.
온천 땅밀림
지층이 온천이나 화산작용으로 변질하여 점토 상태가 된 곳에서 발생하는 땅밀림입니다.

- 제3기층 땅밀림
- 파쇄대 땅밀림
- 온천 땅밀림



일본의 땅밀림 분포 (땅밀림이 발생하기 쉬운 장소)



땅밀림 전조현상

땅밀림에는 이러한 전조가 나타나는 것이 있습니다. 지면의 균열은 땅밀림이 크게 이동하여 몇 개월 전부터 나타나기도 합니다.



◆연못의 물이 탁해지거나, 줄어들거나 한다.

◆지면에 균열이나 단차가 생긴다.



- ◆산의 나무가 바삭바삭한다.
- ◆나무가 찢어지는 소리가 난다.
- ◆나무뿌리가 끊어지는 소리가 난다.
- ◆땅울림이나 산울림이 있다.
- ◆지류의 물이 증가한다.

4 산사태재해

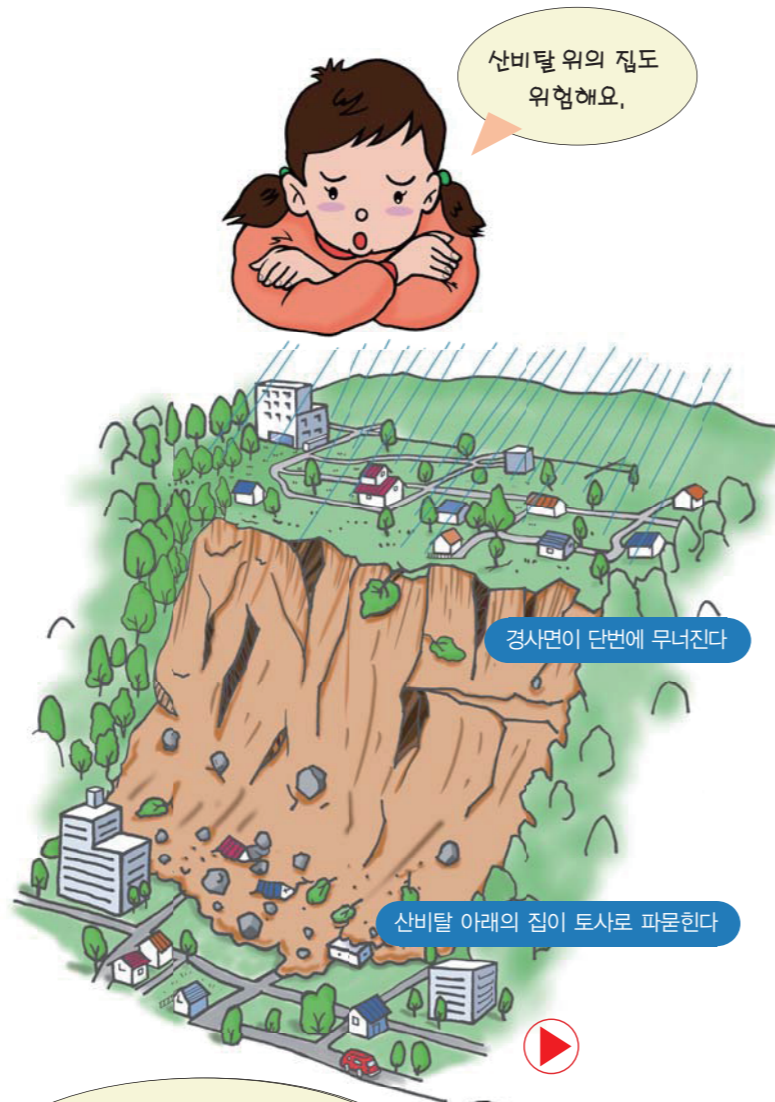
급한 경사면(산비탈)이 무너지는 것을 산사태라고 합니다. 주로 빗물이나 용설수가 경사면에 대량으로 스며드는 것에 의해서 발생합니다. 일순간에 대량의 토사가 붕괴되기 때문에 도망치는 것이 늦어 사망하는 사람이 많습니다.



산사태로 부서진 가옥
(1999년 장마전선 집중호우, 히로시마현(広島県) 쿠레시(呉市))



경사면을 절단한 주택지에서의 산사태
(1999년 장마전선 집중호우, 히로시마현(広島県) 쿠레시(呉市))



좀 더 알아보자

- 일본의 법률에서는 경사가 30도를 넘는 경사면을 산비탈(급경사지)이라고 정의하고 있다.
- 일반적으로 높이 5m 이상의 산비탈, 표면에 큰 돌이 돌출되어 있는 산비탈, 일반적으로 지류에 물이 많은 산비탈은 산사태위험이 크다고 여겨지고 있다. 강우시에는 특히 주의가 필요하다.
- 산사태는 지진이나 강풍에 의해서 발생하기도 한다.
- 산사태는 강우가 멈춘 뒤에 발생하기도 한다. 강우가 멈추어도 주의가 필요하다.
- 산사태는 구릉을 절단한 택지 등 인구밀집지에서의 발생도 많다.

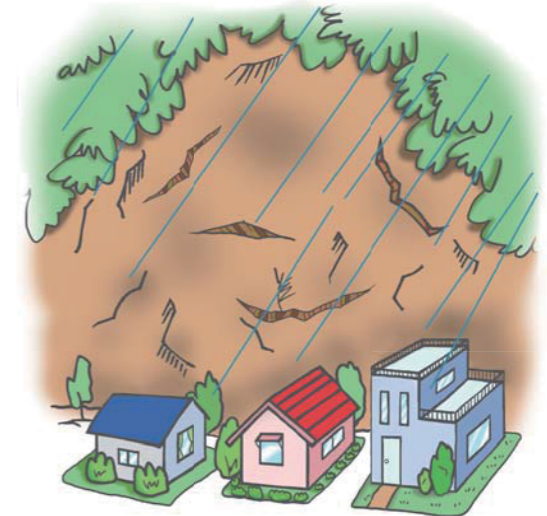
산사태 전조 현상

산사태가 일어나기 전에 다양한 전조가 나타나는 일이 있습니다. 다만 산사태는 전조를 찾아내고 나서 산비탈이 무너질 때까지의 시간이 매우 짧은 것이 많기 때문에 이러한 현상을 발견하는 즉시 피난합시다.

◆ 작은 돌이 후두둑후두둑 떨어진다.



◆ 경사면에 작은 균열이 생긴다.



◆ 경사면에서 탁수(흙탕물)가 나온다.



◆ 나무가 흔들리거나 기울거나 한다.



좀 더 알아보자

- 이 밖에도 우수량이 갑자기 증가하거나 줄어들거나, 물이 분출하거나 반대로 멈추거나, 산비탈이 부풀거나, 땅울림이 있는 등의 전조현상을 볼 수 있기도 하다. 다만, 산사태는 전조현상을 찾아내는 것이 어렵고, 전조가 없이 단번에 무너지는 것도 많기 때문에 산비탈 아래에 거주하는 주민은 집중호우 때에는 빠른 피난을 한다.
- 어떻게 해서도 집에서 나올 수 없을 때에는, 가능한 한 2층 이상의 산비탈으로부터 조금이라도 멀리 떨어진 방향으로 피난한다.
- 땅밀림과 산사태의 차이 : 땅밀림은 「미끄럼면」을 경계로 상부의 토사가 덩어리인 채 비교적 천천히 이동한다. 또한, 산사태보다 완만한 기울기의 경사면에서 일어나는 것이 많다.

5 화산재해

화산이 분화하여 발생하는 화산재해는 넓은 범위에 피해를 미칩니다. 화산재 등이 쌓인 곳에 비가 내리면 토석류나 화산이류가 발생하여 더욱더 큰 피해가 발생할 우려가 있습니다.



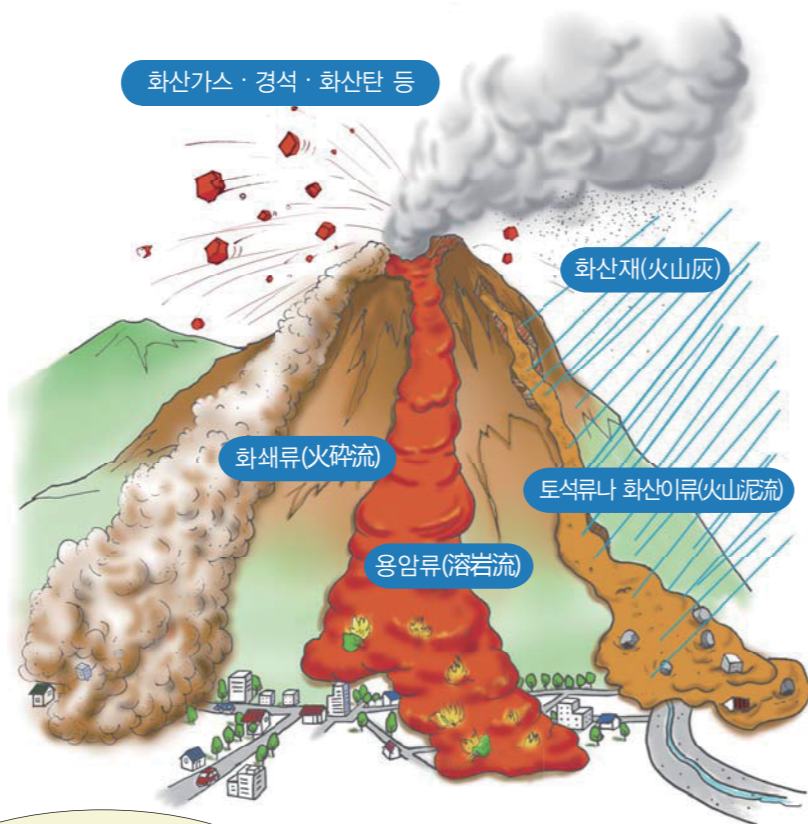
화쇄류
(1991년 6월 나가사키현(長崎県) 운젠후겐산(雲仙普賢岳)) 화쇄류는 화구로부터 나온 화산재나 용암의 일부가 가스나 공기와 일체가 되어 유출하는 것으로 시속 100km 이상, 중심온도는 1,000도에 가까운 것이 있습니다.



연기가 올라가는 미타케산(御嶽山)
(2014년 9월 기후(岐阜)·나가노현(長野県) 경계)
사진: 국토교통성 타지미(多治見) 소방국도사무소



토카치산(十勝岳)의 분화로 발생한 응설형 화산이류
(1926년 홋카이도(北海道)·토카치산)
쌓여 있던 눈이 화쇄류 등의 화산분출물의 열로 녹아 대이류가 발생, 산기슭의 마을이 파문혀 다수의 사망자·행방불명자가 발생했습니다.



화쇄류에 휩쓸리면 열과 가스로 생물은 즉사한다.



운젠후겐산(雲仙普賢岳)의 분화로 일어난 토석류
(1991년 나가사키현(長崎県) 시마바라시(島原市))

좀 더 알아보자

- 토석류는 화산재가 내려 쌓인 지역에 비가 내리는 것에 의해서 일어난다. 적설시에 화산이 분화하여 분출물의 열로 눈을 녹이기 때문에 일어나는 현상을 응설형 화산이류라고 한다. 응설형 화산이류와 토석류는 비슷하지만, 응설형 화산이류 쪽이 유출속도가 빠르고 규모도 큰 경향이 있다.
- 화산주변에서 일어나는 토석류는 분화활동이 종식되어도 분출물이 퇴적하고 있는 한 장기간에 걸쳐서 계속 유출된다.
- 대지진은 화산분화를 유발하는 일이 있다. 20세기 중기 이후, 마그니튜드 9를 넘는 거대지진은 2011년의 동북지방 태평양 바다지진(동일본대지진) 이외에 5회가 있었으나(1952년 캄차카·M9, 1957년 안드레아노후·M9, 1960년 칠레·M9.5, 1964년 알래스카·M9.2, 2004년 수마트라·M9.2), 모두 지진 후에 주변의 화산이 분화하고 있다. 동북지방 태평양바다지진의 뒤에도 홋카이도로부터 큐슈(九州)에 걸쳐 20의 화산에서 지진활동이 활발해지고 있다.

6 눈사태재해

경사면에 쌓인 눈이 붕괴되는 것이 눈사태입니다. 눈사태에는 표층눈사태와 전층눈사태가 있습니다.



눈사태에 파묻힌 인명구출작업
(1986년·마세구치(槲口) 눈사태재해, 니가타현(新潟県) 이토이가와시(糸魚川市) <구노우마을(能生町)>) 표층눈사태로 13명이 사망했습니다.



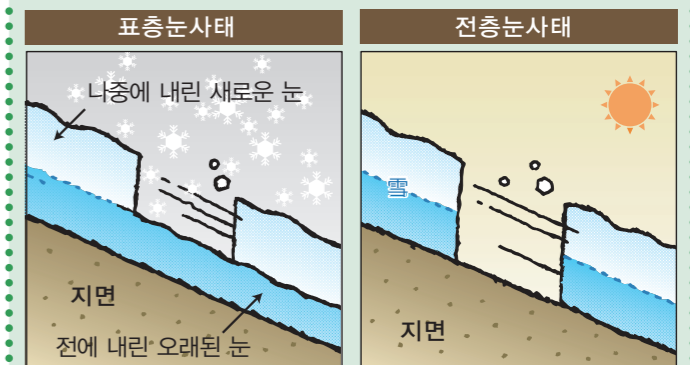
한겨울 추운 날

초봄의 따뜻한 날(또는 비오는 날)



표층눈사태와 전층눈사태

표층눈사태는 먼저 쌓인 눈 위에 새롭게 많은 눈이 쌓였을 때, 새로운 눈이 붕괴되는 것으로 기온이 낮고 눈이 계속 내리고 있는 시기에 발생합니다. 전층눈사태는 초봄의 날씨가 좋아서 기온이 오른 날이나 비오는 날 등에 해빙이 진행되어 오래된 눈과 새로운 눈도 함께 붕괴되는 것입니다.



사진촬영·제공: (독)방재과학기술연구소 우에이시(上石), 니가타현(新潟県)

산사태전조현상

이러한 현상을 볼 수 있으면, 눈사태의 위험이 있습니다. 경사면에 가까워지지 않도록 합니다.



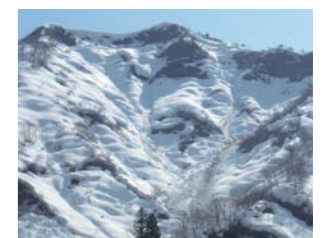
설비(雪庇)
산등성이로부터 눈이 돌출되어 있다.



스노우볼(Snow Ball)
볼과 같은 눈덩어리가 경사면을 대굴대굴 떨어져 내린다.



크랙
경사면을 할린 것같이 눈의 갈라진 곳이 생긴다.



설대(雪代)
불어난 손가락끝과 같이 잔물결 형태의 눈무늬가 생긴다.

7 하도폐색(천연댐)

지진이나 땅밀림, 집중호우 및 화산분화 등의 원인으로 무너지거나 유출한 대량의 토사가 강의 흐름을 막아 상류 쪽에 연못과 같이 물이 고인 상태를 하도폐색(천연댐)이라고 합니다. 상류 쪽에서는 집이나 도로가 물에 잠기기도 합니다. 또, 강을 막고 있던 토사가 단번에 무너지면(이것을 결계라고 함), 토사가 섞인 물이 대량으로 흘러내리거나 토석류가 발생하여 하류에 피해를 일으키기도 합니다.

하도폐색으로부터 토석류의 발생까지



무너진 토사가 강을 막아 상류 쪽에 물이 고인다.

무너진 토사 위로 물이 넘쳐, 결국 토사 덩어리가 무너지기 시작한다(결계).

무너진 토사가 물과 섞여, 대규모 토석류나 홍수가 된다.

영상/국토교통성 유자외(湯沢)사방사무소



하도폐색으로 물에 잠긴 마을 (2004년 니가타현 주에츠지진, 니가타현 야마코시마(山古志村) <현나가오 카시(長岡市)>) 지진으로 붕괴된 토사로 강이 막혀, 상류 쪽에 있던 코고모(木籠)마을이 물에 잠겼습니다.

니가타현(新潟県) 주에츠(中越) 지진이나 이와테(岩手)미야기(宮城) 내륙지진에서는 많은 하도폐색이 발생했어요.



이와테(岩手) 미야기(宮城) 내륙지진으로 발생한 하도폐색 (2008년 이와테현 이치노세키시(一関市)) 토사로 하천이 막혀 천연댐이 되어있습니다.

하도폐색(천연댐)을 토사댐이라고 하기도 합니다.



좀 더 알아보자

하도폐색이 마을 주변에서 발생하여 큰 피해가 예상되는 경우에는, 천연댐에 물이 모이기 전에 토사를 깎아 댐을 낮게 하고, 물이 안전하게 흐르도록 하거나 배수로나 배수터널을 굴착하여 물을 배수하도록 한다.

심층붕괴

산의 경사면이 깊은 암반부분으로부터 무너지는 것을 심층붕괴라고 합니다. 산의 표면 토가 붕괴되는 표층붕괴에 비해, 무너지는 토사량이 훨씬 많기 때문에 그 토사에 의해서 일어나는 토석류나 하도폐색 등의 규모도 크고, 피해도 커집니다.

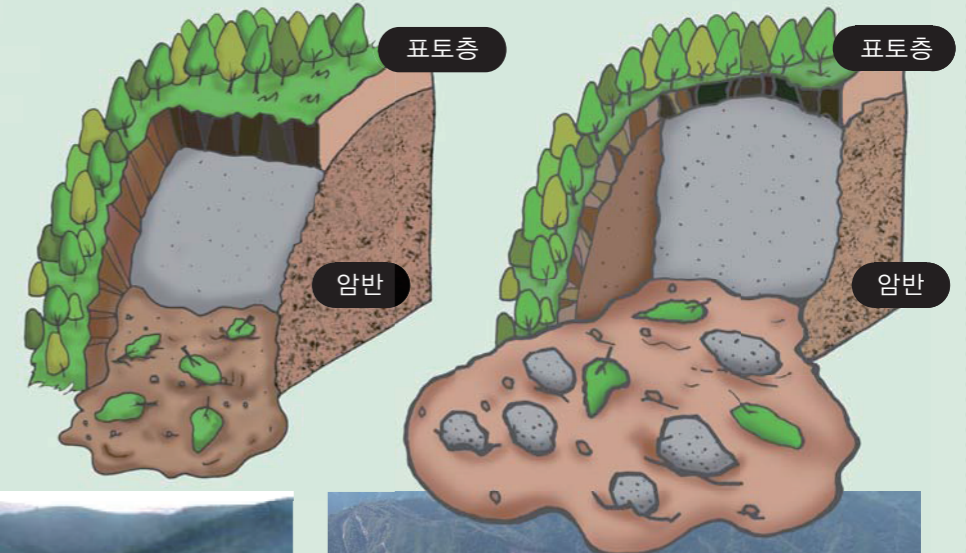
심층붕괴는 지층이 깊은 암반균열에 대량의 빗물이나 용설수가 깊이 스며들며, 물의 힘(수압)으로 지면이 암반을 들어올리는 것에 의해서 일어난다고 생각되고 있습니다. 또, 지진이 원인으로 무너지기도 합니다.

표층붕괴

표토층(표면토)이 붕괴하여 떨어진다

심층붕괴

표토층 아래의 암반부분으로부터 무너진다



심층붕괴로 발생한 토석류 (1997년 가고시마현(鹿児島県) 이즈미시(出水市)) 이 토석류 재해에서는 주민 21명이 사망했습니다.



집중호우에 의해서 발생한 심층붕괴 (2011년 태풍 12호 나라현(奈良県) 토츠카와마을(十津川村)) 무너진 토사에 의해 하도폐색이 일어났습니다.

좀 더 알아보자

심층붕괴 발생의 구조에 대해서는 해명되어 있지 않은 부분도 많다. 그러나 최근 과거의 심층붕괴 사례 해석 등으로부터 심층붕괴가 발생되기 쉬운 지질이나 지형이 점차 밝혀져 왔다. 2010년에는 그 성과를 근거로, 「심층붕괴 추정 빈도지도」와 2012년에는 추정빈도가 특히 높은 지역을 중심으로 계류레벨로 위험도를 평가하는 「심층붕괴 계류레벨 평가지도」가 국토교통성으로부터 발표되었다.

◎ http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sabo/deep_landslide.html

심층붕괴대책은 어렵기 때문에 이러한 지도에서 위험도가 높다고 판단되는 지역에서는 집중호우나 장마에는 특별히 주의하여 빠른 피난을 유도하는 것이 바람직하다.

● 심층붕괴는 강우가 멈춘 후, 많은 시간이 경과하고 나서 발생하는 것도 적지 않다. 1997년에 가고시마현 이즈미시에서 대규모 토석류를 일으킨 심층붕괴는 강우가 멈춘 후 4시간 가까이 경과하고 나서 발생하였다. 이것은 지층 깊은 암반에까지 빗물이 스며들려면, 어느 정도의 시간을 필요로 하기 때문이다. 심층붕괴의 위험도가 높은 지역에서 집중호우가 내렸을 때나 강우가 몇 일이나 계속 되었을 때에는 강우가 멈춘 후에도 당분간은 경계가 필요하다.

8 토사재해를 예방하는 시설

토사재해를 예방하는 시설

사방댐

사방댐은 토석류나 유목을 확실하게 퇴적시키고, 하류에 피해가 발생하는 것을 예방하고 있습니다.



토석류를 억제한 사방댐(불투과형)
(구마모토현(熊本県) 미사토마을(美里町)·쿠스네쿠사(楠根草) 사방댐)
2007년의 장마전선에 의한 집중호우에 일어난 토석류의 토사를 퇴적하여 하류의 마을을 재해로부터 지켰습니다.



토석류를 퇴적시키는 것을 사방댐이라고 해,

여러 가지 사방댐



셀형 사방댐
(니가타현(新潟県) 나가오카시(長岡市)·카미사와하천(神沢川)사방댐)
강제의 큰 통안에는 공사장에서 나온 현장의 흙과 시멘트를 섞어 넣었습니다.



강제 슬릿트형 사방댐
(후쿠이현(福井県) 에치젠시(越前市)·마에타니하천(前谷川)사방댐)
투과형이라고 불리는 사방댐의 하나입니다. 일반적으로 토사를 유출하지만, 토석류로서 유입된 큰 돌이나 유목은 여기서 포착합니다.

퇴적된 토사나 유목은 나중에 제석(준설)해요,



계류보전공

흐름이 급한 하천에서는 거친 물살이 하천바닥이나 강가를 자꾸자꾸 깎아 버립니다. 이러한 하천에 계단이나 작고 낮은 바닥막이를 만들어 흐름의 기세를 약하게 하고, 토사가 세굴되거나 하류로 옮겨지는 것을 막습니다. 또한, 토사나 물이 안전하게 흐르도록 기슭막이(콘크리트나 돌 등으로 튼튼하게 한 기슭) 등을 만들기도 합니다.



계류보전공
(나가노현(長野県) 마츠모토시(松本市)·노무기계류(野麥峠)유로공)
계류는 공원으로서 정비되어 있다.

산복공

지면이 노출이 된 산에 풀이나 나무를 심고 토사가 무너지는 것을 막습니다.



메이지(明治)시대초 무렵의 효고현(兵庫県) 고베시(神戸市)·록코(六甲)산지
나무가 나지 않은 산은 멀리서 보면 눈이 쌓인 것처럼 보였습니다.



산복공이 시작되었을 무렵의 록코산지·후타타산(再度山)
등고선에 따라서 경사면을 계단상으로 정돈하고, 거기에 묘목을 심었습니다.



현재의 록코 산지
100년 이상 걸쳐 녹화가 되어 푸르게 되었습니다.



어도를 만든 사방댐
(기후현(岐阜県) 이강우가와마을(揖斐川町)·사카우치(坂内)사방댐)
어도란 산란 등을 위해 강을 거슬러 올라가는 어류가 이동하는 경로입니다.



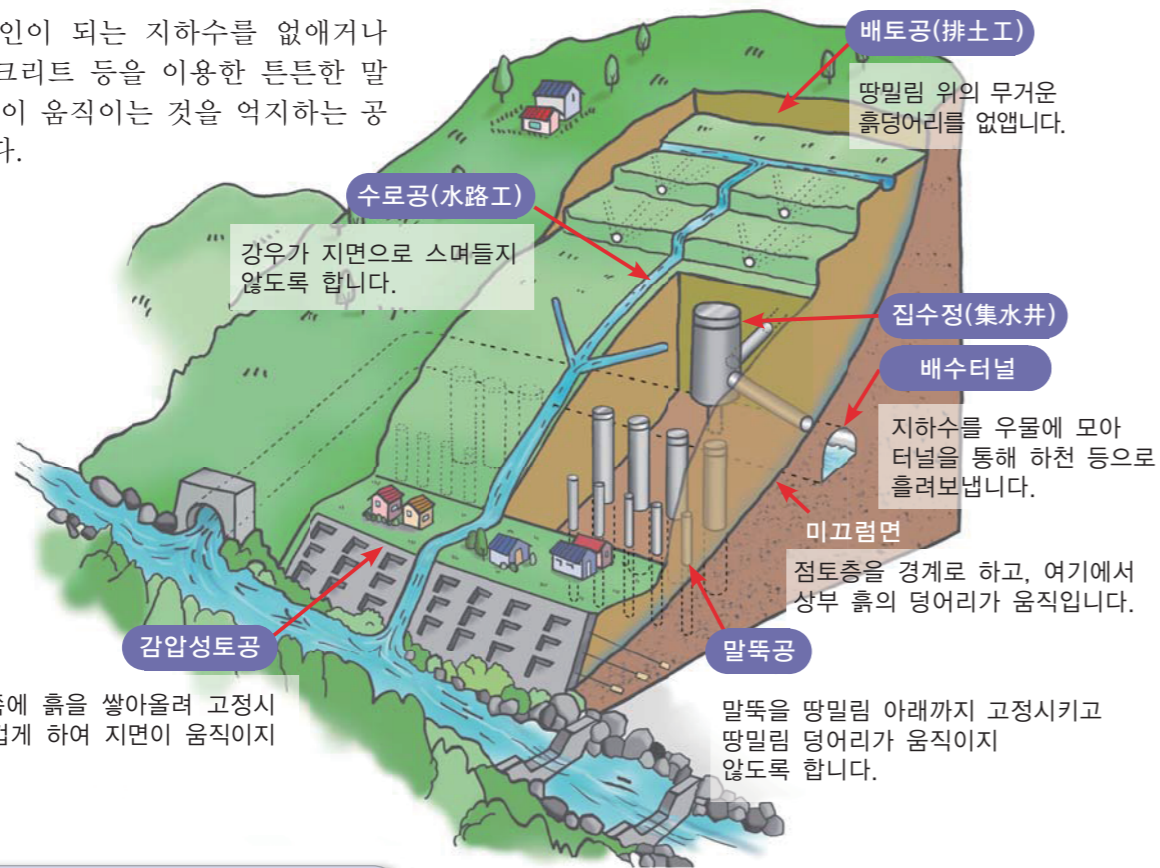
국가등록유형문화재가 된 사방댐
(히로시마현(広島県) 후쿠야마시(福山市)·도우도우강(堂々川) 6번 사방댐)
에도(江戸)시대 후기 1835년에 시공한 기록이 있는 사방댐으로 불리는 돌쌓기 사방댐. 주변에는 40기 이상이 현존하고 있습니다.

좀 더 알아보기

● 토사재해로부터 우리의 생명이나 생활을 지키기 위해서 시행되는 다양한 공사나 사업을 사방이라고 한다. 사방사업에는 사방댐 등의 시설을 만드는 것 외에 토사재해가 발했을 때에는 복구공사, 일상의 위험개소의 점검이나 감시·관측, 토사재해에 대한 연구, 토사재해의 지식이나 만일의 경우의 피난방법을 주민에게 전하는 것 등이 있다. 사방사업은 법률에 근거하여 국가(국토교통성)나 도도부현 등이 시행하고 있다.

땅밀림재해를 예방하는 시설

땅밀림의 원인이 되는 지하수를 없애거나 강제나 철근콘크리트 등을 이용한 튼튼한 말뚝을 박아 지면이 움직이는 것을 억지하는 공사를 실시합니다.



산사태재해를 예방하는 시설

산사태 위험이 있는 경사면을 콘크리트의 격자틀로 억누르거나 무너져 내리는 토사를 멈추게 하는 옹벽이나 편책을 만듭니다.



화산재해를 예방하는 시설

분화가 원인으로 일어나는 토석류를 가옥이나 전답 등이 없는 방향으로 안전하게 유출시키고, 흐름을 안정시키기 위한 유도제방이라고 불리는 제방을 만들거나 토석류를 억지하는 사방댐을 만듭니다.



눈사태재해를 예방하는 시설

눈사태가 발생하지 않도록 하는 시설과 만약 눈사태가 발생해도 그것이 산기슭까지 도달하지 않도록 하는 시설이 있습니다.



9 방재정보를 손에 넣자

토사재해로부터 생명을 지키기 위해서는, 우리 한사람 한사람이 올바른 지식을 가지고, 언제나 최신 방재정보를 입수하여 만일의 경우에 재빠르게 피난할 수 있도록 준비해 두는 것이 중요합니다.

▶▶▶해저드맵(Hazard Map)을 활용하자

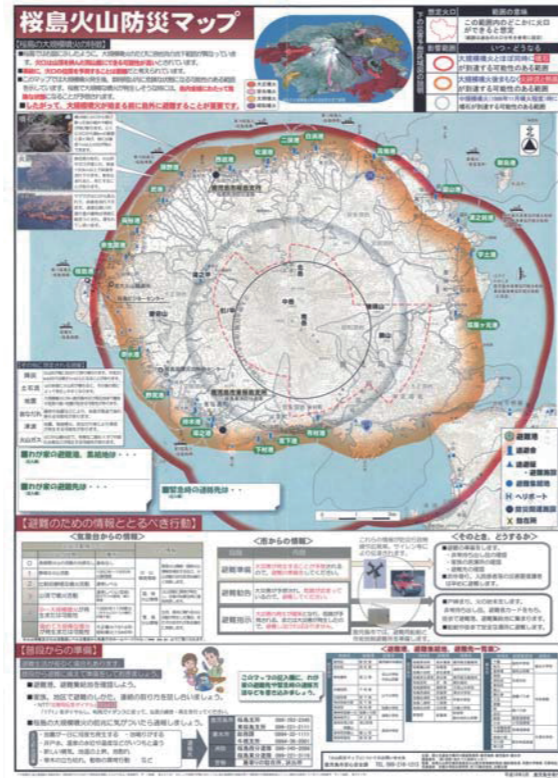
토사재해(토석류·땅밀림·산사태)가 일어날 위험이 있는 개소는 일본 전국에 약 53만 개소나 있습니다. 또, 기상청에 의해서 항상 관측되고 있는 활화산도 47개나 있습니다(2015년 현재). 이러한 토사재해위험 개소나 화산이 분화했을 경우에 피해가 예상되는 범위를 나타낸 해저드맵이라고 불리는 지도가 있습니다. 해저드맵은 각 집안에 배부되는 것 외에 시읍면동사무소 등에도 비치되어져 있습니다. 반드시 입수하여 읽어둘 필요가 있습니다.

또한, 도도부현마다 토사재해위험개소나 토사재해경계구역(이 페이지의 「좀 더 알아보기」에 설명이 있습니다)지도는 국토교통성의 홈페이지에서도 볼 수 있습니다.

●국토교통성 사방부 홈페이지
<http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sabo/index.html>



토사재해 해저드맵의 예 (나가노현(長野県)나가노시(長野市))



화산 해저드맵의 예 (가고시마현(鹿児島県)사쿠라지마(桜島))

좀 더 알아보기 ● 2000년에 경계피난체제의 정비 등의 소프트대책에 의해서 토사재해로부터 인명을 지키는 것을 목적으로 하여 토사재해 방지법(정식 명칭 「토사재해경계구역 등에 있어서의 토사재해방지대책의 추진에 관한 법률」)이 제정되었다. 이 법률에서는 토사재해가 발생할 우려가 있는 장소(토사재해경계구역, 주차금지구역)와 그 중에 토사재해가 발생했을 경우에 주민이나 가옥에 큰 위해(危害)를 가져올 우려가 있는 장소(토사재해특별경계구역, 레드존)를 도도부현지사가 결정하고 주민에게 주지하는 것이나 토사재해특별경계구역에서는 일정한 개발행위를 제한·규제하는 등의 조치를 도도부현 등이 강구하도록 정하고 있다.

● 집중호우경보 발령 후, 집중호우에 의한 토사재해발생의 위험성이 높아졌을 때에, 도도부현과 기상청이 공동으로 「토사재해경계정보」를 발표한다. 기상청이나 도도부현의 홈페이지에 세밀한 지역마다 위험도 등을 알리기 위한 보충정보가 제공된다. 시읍면의 피난권고 등이 발령되기 전에도 빠르게 안전한 장소에 피난하자.

▶▶▶인터넷에서 토사재해정보를 손에 넣자

지금 어디가 위험한지를 인터넷에서 최신 정보를 조사할 수 있습니다.



●국토교통성 방재정보제공센터
<http://www.mlit.go.jp/saigai/bosaijoho/>

●기상청 토사재해경계정보
<http://www.jma.go.jp/jp/dosha/>

●XRAIN(엑스레인): 국토교통성의 우량정보제공 사이트
<http://www.river.go.jp/xbandradar/>

도도부현의 토사재해정보 홈페이지의 예
 히로시마현(広島県) 「토사재해포털히로시마」

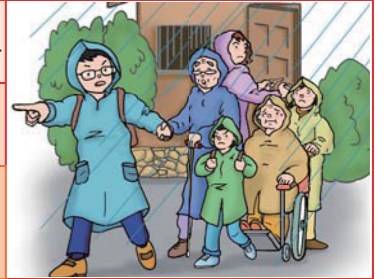
도도부현 사방과 등의 홈페이지에서도 지역의 자세한 기상 정보나 재해정보를 파악할 수 있습니다.

지금 있는 지역에서 재해위험이 높아졌을 때에 정보를 자동적으로 스마트폰 등으로 알려주는 방재어플리케이션도 있습니다.
 Yahoo 방재속보: <http://emg.yahoo.co.jp/>
 Goo 방재어플리케이션: <https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.ne.goo.bousai.bousaiapp>
 이 외 자치체가 제공하는 방재어플리케이션도 있습니다.

▶▶▶경보나 주의보의 의미를 알자

기상청에서는 집중호우나 강풍 등의 기상현상에 의해서 재해가 일어날 우려가 있을 때 경보나 주의보를 발령합니다. 경보나 주의보는 시읍면이나 보도기관을 통해서 주민에게 전할 수 있습니다. 토사재해에 관한 경보나 주의보에는 다음과 같은 것이 있습니다.

경보·주의보의 종류와 의미	우리가 해야 할 일
호우주의보 집중호우로 토사재해가 일어날 우려가 있다.	기상정보에 주의하여 피난장소나 비상용품을 확인한다.
호우경보(토사재해) 중대한 토사재해가 일어날 우려가 있다.	위험한 장소에서는 빨리 자주피난한다. 그 이외의 장소에서도 피난준비를 한다.
집중호우 특별경보(토사재해) 수십년에 한 번이라고 할 수 있는 중대한 토사재해가 일어날 우려가 현저하게 높다.	즉시 생명을 지키는 행동을 취한다(피난소에 피난하던가, 그것을 할 수 없는 경우에는 집안의 안전한 장소로 이동).



호우경보 발령 후에 토사재해위험성이 한층 더 높아졌을 때에는 토사재해경계정보가 발표됩니다.

활화산에서는 활동상황에 따라 기상청이 「분화경계레벨」을 발표하고, 위험도를 알립니다.

예보·경보	분화경계 레벨	화산활동 상황	주민행동
분화예보	레벨 1 활화산인 것에 유의	화산활동은 평은. 화산활동의 상황에 의해서, 화구 내에서의 화산재 분출 등을 볼 수 있다(이 범위에 들어갔을 경우는 생명이 위험이 미친다).	일상생활
분화구 주변 경보	레벨 2 분화구 주변 규제	분화구 주변에 영향을 미치는(이 범위에 들어갔을 경우에는 생명이 위험이 미친다) 분화가 발생하거나 발생할 것으로 예상된다.	일상생활 상황에 따라 재해시 요점원호자의 피난준비 등
	레벨 3 입산 규제	거주지역에 중대한 피해를 미치는(이 범위에 들어갔을 경우는 생명이 위험이 미친다) 분화가 발생하거나 발생할 것으로 예상된다.	
분화경보	레벨 4 피난준비	거주지역에 중대한 피해를 미치는 분화가 발생할 것으로 예상된다(가능성이 높아지고 있다).	경계가 필요한 거주지역으로 피난준비, 재해시 요점원호자의 피난
	레벨 5 피난	거주지역에 중대한 피해를 미치는 분화가 발생하거나 임박하고 있다.	위험한 거주지역으로부터 피난

10 재난방법을 몸에 익히자

▶▶▶ 평상시 유의해 둘 것

피난장소는 가족과 함께 확인해두자

가족이 언제나 함께 있다고는 할 수 없습니다. 만일의 경우에 해매지 않도록 미리 가족은 피난장소를 확인해 두고, 그곳까지 피난경로를 실제로 걸어 확인해 둡시다.



기상정보에 주의

텔레비전이나 라디오정보에 주의하고, 토사재해경계정보나 기상정보에 귀를 기울여 언제라도 피난할 수 있도록 해둡시다. 지역의 방재무선에도 주의합시다.



비상용품 준비

비상용품은 각각의 가족에 따라 다르므로 준비할 가족과 함께 서로 이야기하여 결정합시다. 또, 누가 무엇을 준비하는 지는 담당을 결정해 둡시다.



피난권고와 피난지시, 어떻게 다른 거야?

시읍면으로부터 발령되는 피난권고 등의 의미를 알아 둡시다.

위험도	구분	우리가 해야 할 일
↓	자주피난	자신이 위험하다고 판단되는 경우에는 자주적으로 피난한다.
	①피난준비정보	피난에 시간이 걸리는 사람은 피난. 그 이외는 피난 준비.
	②피난권고	피해발생의 가능성이 높기 때문에 피난을 시작한다.
	③피난지시	피해발생의 위험이 매우 높거나 벌써 피해가 발생한 상태이므로 곧바로 피난한다.

「자신은 도망가지 않아도 괜찮아」라고 하는 것은 안되지요.



▶▶▶ 빠른 피난으로 생명을 지킨다

토사재해의 위험이나 불안을 조금이라도 느끼면, 예를 들어 경보나 주의보가 나와 있지 않아도 빠르게 피난하는 것이 중요합니다. 재해가 발생하였을 때에는 당황하여 올바른 판단을 할 수 없는 일도 있습니다. 또, 야간 피난은 주위가 안보이기 때문에 위험합니다. 어둡기 전에 침착하게 행동합시다.

지역의 모두가 협력하여 피난

피난할 때에는 가능한 한 주변의 사람에게도 얘기하여 함께 행동합시다. 노인 등 피난에 시간이 걸리는 사람은 지역의 모두가 돕고 빨리 피난할 수 있도록 합시다.



우선, 당신이 솔선하여 피난

위험이 다가오고 있어도 피난을 꺼리는 사람들은 꼭 있습니다. 그렇게 할 때에는 당신이 먼저 솔선하여 피난합시다. 당신이 행동하면 모두 따라옵니다.

집에서 나올 수 없을 때에는 2층 이상으로 피난

도로가 물에 잠겨있거나, 밖에 어두워서 아무래도 피난소까지 갈 수 없을 때에는 집에 가까운 철근콘크리트의 견고한 건물이 있으면 그곳으로 도망칩시다. 그것도 힘들다면 최후 수단으로 집의 2층 이상, 가능한 한 산비탈과 떨어진 방으로 피난합시다. 이 때, 유리창에는 가까이 있지 않도록 합시다.



우량을 측정해보자

토사재해의 상당수는 강우가 원인이 되어 일어납니다. 일반적으로 1시간우량이 20mm를 초과하면, 작은 산사태가 일어나기 시작한다고 여겨지고 있습니다. 이것보다 약한 강우에서도 몇 일동안 계속 내리고 있을 때에는 주의가 필요합니다.

《간단한 우량을 측정하는 방법》

입구와 바닥의 직경이 동일한 용기(통조림 빈강통 등)를 밖의 평평한 장소에 놓고, 1시간이 경과하면 물의 깊이를자로 측정합니다. 이 때의 mm가 1시간 우량입니다.

용기는 비를 차단하지 않는 장소에 둡니다.



토사재해로부터 생명을 지키기 위한 체크리스트

만일의 경우를 위해서 평상시부터 가족이나 주변에 유의해야 할 사항이나 준비해야 할 것을 적어 놓았습니다. 여러분의 집에서는 어떻습니까?
가족이나 주변 모두, 체크합시다.

▶ 집주변의 위험한 장소를 체크!

- 1 살고있는 지역의 해저드맵(토사재해위험개소지도)이 바로 꺼낼 수 있는 장소에 있다.
- 2 해저드맵에서 집 주변에 토사재해경계구역·특별경계구역이나, 토사재해위험 개소(토석류·산사태·땅밀림 등의 위험이 있는 장소)가 없는 가를 확인했다.
- 3 해저드맵에서 조사한 집 주변에 위험개소를 실제로 비교 확인했다.
- 4 그 지역에서 옛날 큰 토사재해가 없었는지, 근처의 노인 등에게 물어 보았다. 또는 도서관이나 자료관, 시읍면동사무소 등에서 조사했다.

▶ 피난소와 가족의 연락처를 체크!

- 5 해저드맵에서 집 주변에 피난소가 어디에 있는지 확인했다.
- 6 가족과 함께 피난소까지 걸어가서, 장소나 순서, 도중에 비가 내려 위험한 장소(산비탈·뚜껑이나 편책이 없는 측구·수로 등)가 없는 가를 확인했다.
- 7 피난소까지 갈 수 없는 경우, 도중에 건물(집 주변의 철근콘크리트 빌딩 등)을 결정했다.
- 8 밖으로 피난할 수 없을 때에 집안(2층 이상의 산비탈에서 먼 방)의 어딘 가를 결정했다.
- 9 가족이 떨어져 있게 되었을 때, 연락처(가능하면 근처에 사는 지인이나 친척과 조금 먼 곳의 지인이나 친척 등의 2개소 이상)를 결정했다.
- 10 피난장소나 연락처를 가족 모두가 알고 있다. 또, 전화번호를 쓴 메모를 모두가 가지고 있다(전화번호를 휴대전화에 등록하여 있다).

▶ 비상용품을 체크!

- 11 비상용품으로서 무엇을 준비해 두는지, 가족과 함께 서로 이야기해 결정했다.
- 12 비상용품을 바로 꺼낼 수 있는 장소에 준비했다.
- 13 비상용품의 무엇을 누가 꺼내는지 가족끼리 분담을 결정했다.

▶ 재해정보를 올바르게 체크!

- 14 우량정보나 재해정보를 제공하는 인터넷사이트의 주소를 집의 PC나 휴대전화에 등록했다.
- 15 호우주의보·호우경보·집중호우특별경보나 토사재해경계정보의 의미를 알고 있다.
- 16 피난준비정보·피난권고·피난지시의 차이를 알고 있다.
- 17 토사재해의 전조현상에는 어떠한 것이 있을까를 알고 있다.

「자, 피난!」을 준비하자

가족 모두 서로 이야기하고 표에 써봅시다.

▶ 가족의 피난소

①의 피난소는 넓은 장소가 많기 때문에 가족이 뿔뿔이 흩어져 피난하는 경우를 대비하여 구체적인 집합장소(예를 들어 학교라면 「철봉 앞」 등)를 결정해 둡시다.

①	해자드맵에 기록된 피난소	집합장소 :
②	①의 피난소까지 갈 수 없을 때에 피난할 장소	

▶ 가족의 연락처

가족이 떨어져 있게 되었을 때, 상호간에 거주장소를 알리기 위한 연락처입니다. 대규모 재해에서는 지구(地區) 전체가 피해를 받기도 하기 때문에 연락처는 집 근처와 떨어진 장소(기타 도도부현 등)의 2개소 이상을 결정해 둡시다.

또, 전화회사 등이 운영하는 「재해용 전달다이얼」이나 「재해용 전달판」 등도 여러 가지 종류가 있으므로 어떤 것을 사용할까 결정해 둡시다.

①	근처에 사는 친척이나 지인	이름 : 주소 :	전화번호 :
②	먼 곳에 사는 친척이나 지인	이름 : 주소 :	전화번호 :
③	우리 집에서 사용하는 【재해 전달다이얼】 【재해용 전달판】	전화번호 : 주소 :	

▶ 비상용품 가방에 넣어야 할 것

피난소에서 당분간(피난 직후부터 3일 정도의 사이) 필요한 것을 가족과 함께 서로 이야기해 리스트로 합시다. 이러한 물건을 비상용품 가방에 넣어 바로 꺼낼 수 있는 장소에 둡시다.

