

대지진이 스치고 지나간 神들의 땅, 네팔

– 네팔 고르카 지진 합동조사단 현장조사 –

국민안전처 조사단



정길호
국민안전처
재난관리실
지진방재과장
ghjung@korea.kr



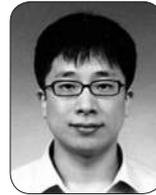
김학수
국민안전처
특수재난실
방재안전사무관
hskim73@korea.kr



황재동
국민안전처
중앙119구조본부
소방령
mantis37@naver.com



김태훈
국립재난안전연구원
시설연구관
ddahoon@korea.kr



장성희
국민안전처
국립재난안전연구원
시설연구사
hymn2joy@korea.kr

외부전문가 조사단



백민호
강원대학교
재난관리공학전공 교수
bmh@kangwon.ac.kr

1. 조사 개요

전 세계적으로 대규모 지진이 빈번하게 발생하고 있다. 미국지질조사국(USGS)에 의하면 2000년부터 2014년까지 규모 5.0이상의 지진이 연평균 약 1,500회 이상 발생하였으며, 우리 주변국가인 일본에서는 연평균 109회 발생하여 세계 지진의 약 7%를 차지하고 있다. 우리나라는 유라시아판에 위치하고 있어 환태평양 지진대에 속해 있는 주변국보다 지진으로부터 비교적 안전한 지역으로 인식되어 왔다. 그러나 최근 한반도 및 인근 해상에서 지진관측횟수가 꾸준히 증가하고 있어 한반도가 더 이상 지진에 안전하지 않다는 주장이 신뢰를 얻고 있다.

일본, 중국 등 한반도 주변국에서 대규모 지진이 빈발하고 있는 상황에서 2015년 4월 25일 네팔 고르카 지역에서 발생한 규모 7.8 지진은 지진 위험성에 대한 경각심을 다시 한 번 일으키게 되는 계기가 되었다. 이에 국민안전처는 대규모 지진피해가 발생한 현장의 피해상황과 네팔정부의 지진 대응 수습체계 등을 파악하기 위하여 합동조사단을 현지로 파견하여 진앙인근 피해지역에 대한 현

장조사를 실시하였다.

2. 네팔 고르카 지진

2.1 지진 개요

2015년 4월 25일 오전 11시 56분(현지시각)에 네팔 카트만두 서북쪽으로 약 77km 떨어진 지역에서 규모 7.8의 대규모 지진이 지하 15km 지점에서 발생하였다(공식명칭: 네팔 고르카 지진). 규모 7.8의 본진 발생 이후, 2015년 5월 12일 오후 4시 05분(현지시각) 최대 여진(규모 7.3)이 본진 진앙지로부터 동남쪽 약 146km 지점(그림 1)에서 또다시 발생하였다. 이뿐만 아니라 규모 4.0~7.0의 여진이 무려 230여 차례나 본진과 최대 여진 발생 인근지역에서 재발하였다(표 1과 그림 2). 본진 이후에 발생한 최대 여진은 이미 취약해진 건물의 연속적 붕괴를 초래하였고, 지속적인 여진으로 응급구조 및 복구가 지연되어 인명과 재산피해가 가중되었다.



그림 1. 본진(M7.8)과 최대 여진(M7.3) 발생 위치도

표 1. 여진 발생 현황 (규모 4.0이상, '15.7.30 기준)

계	지진 발생 횟수			
	4.0 M < 5.0	5.0 M < 6.0	6.0 M < 7.0	7.0 M
236	209	22	4	1

2.2 네팔 고르카 지진 특성

네팔은 지질 구조상 두 지각판의 충돌지점에 위치하고, 지형상 두 지각판이 서로 충돌하면서 솟구친 '충상 단층(thrust fault)' 위에 자리하여 지진에 취약한 구조를 가지고 있다. 이러한 지형적 특

성과 함께 이번 네팔 대지진의 주요 원인은 네팔 남쪽 국경을 따라 형성된 단층선의 정기적 이동에서 찾을 수 있다. 이미 오래전인 4,000만 년에서 5,000만 년 전부터 네팔 남쪽 국경을 따라 지각 충돌이 있어 왔으며, 판 내부 단층지진인 유라시아판과 인도-오스트레일리아판이 충돌하면서 인도판이 유라시아판 아래로 들어갔고 이로 인해 쌓였던 응력이 폭발하며 2015년 네팔 고르카 대지진이 유발되었다(그림 3).

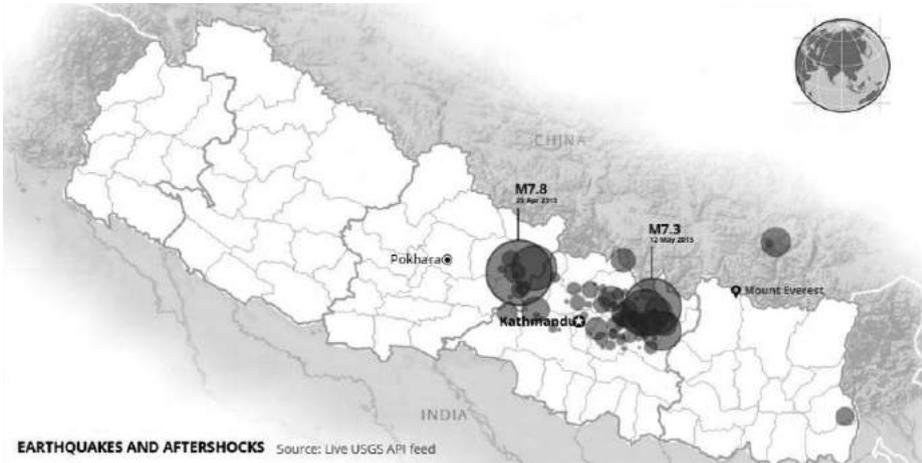


그림 2. 규모 4.0이상 여진 발생 위치도(본진, 최대 여진 포함)

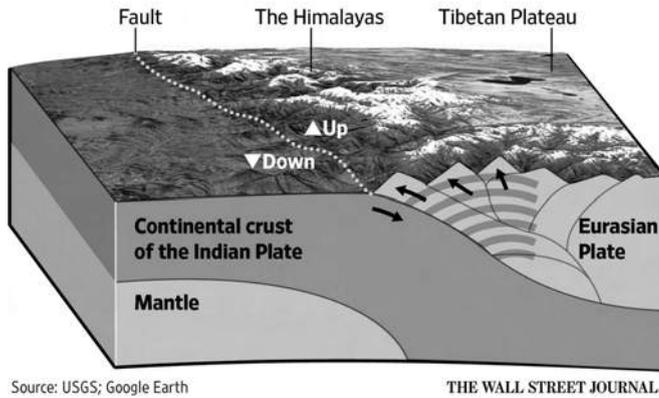


그림 3. 네팔 지진 발생원인

지진은 특성상 발생을 예측하기 어려운 것이 사실이다. 그러나 세계 지진전문가들은 지각판이 주기적으로 이동하고 있는 네팔의 경우는 대다수 다른 지역에서 발생한 지진에 비해 어느 정도 예측이 가능한 상황이라 판단하고 있다. 홍콩 중문대학교 지진전문가 양홍평 교수는 지각판 이동에 관한 역사적 기록과 현대 측정기록들을 볼 때 네팔 지각판과 같이 대체로 일관되고 균일한 방식으로 압력이

쌓이는 경우는 40년에서 50년 주기로 대규모 지진이 일어날 수 있다고 예상했다. 그러나 네팔 정부는 이러한 강진의 주기성(표 2)과 많은 학자들의 경고에도 불구하고 대지진에 대한 대책수립을 소홀히 다루어 왔던 것으로 여겨진다.

표 2. 네팔 대규모 지진 피해 이력

년도	발생지역	지진규모	피해	지진이 발생한 위치
2015년	네팔동부	M 7.8	8,790명 사망	
2011년	네팔동부	M 6.9	6명 사망	
1988년	네팔동부	M 6.8	722명 사망	
1980년	네팔서부	M 6.5	178명 사망	
1934년	네팔동부	M 8.0	10,700여명 사망	

2.3 피해 현황

본진과 최대 여진의 진앙지인 고르카와 돌카지역은 물론 진앙지로부터 반경 약 70~80km 내외에 위치한 23개 지역에서 크고 작은 피해가 발생하였고, 카트만두, 누와코트, 박타푸르, 신두팔축 등 7개 지역에서 심각한 피해가 발생하였다(그림 4). 특히, 지진 발생에 따른 직접적인 피해는 카트만두와 신두팔축에 집중되었다. 수도인 카트만두 면적은 약 50km²로 서울 면적(605km²)의 1/20수준이지만, 서울 인구의 4분의 1인 약 250만 명의 인구가 밀집되어 있어 피해가 컸던 것으로 보인다.

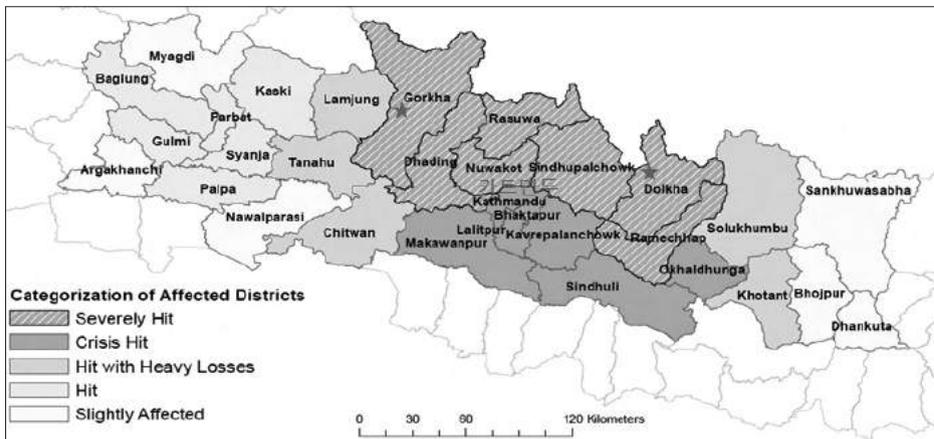


그림 4. 본진(M7.8, 고르카)과 최대 여진(M7.3, 돌카) 진앙지 주위 피해지역

인명피해는 사망 8,790명, 부상 22,330명으로 31,120명이 피해를 입은 것으로 추정되며(그림 5), 건물피해는 893,786동으로 604,930동이 완전 붕괴되었고 288,856동이 부분적으로 붕괴되었다(표 3, '15.7.29 기준). 건물피해 중 공공건물 2,673동이 완파되었고 3,757동이 반파되었으며, 민간건물은 602,257동이 완파되고 285,099동이 부분 붕괴된 것으로 조사되었다. 피해건물은 주로 노후주택이었다.

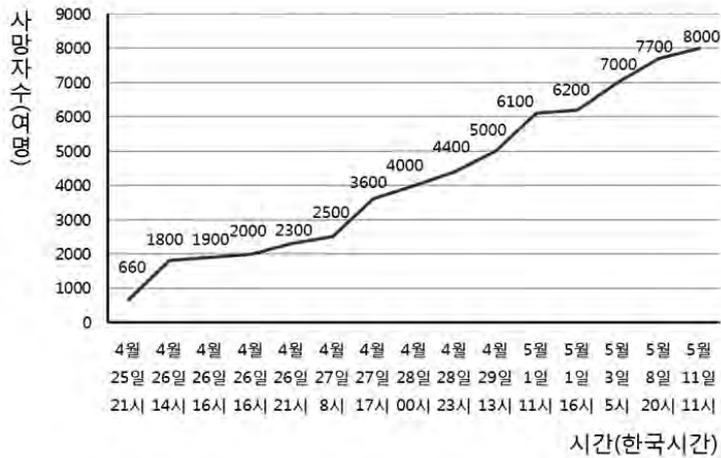


그림 5. 지진사망자의 확인추이

표 3. 건물피해 현황 ('15.7.29 기준)

구분	완파(동)	반파(동)	합계(동)
공공건물	2,673	3,757	6,430
민간건물	602,257	285,099	887,356
총계(동)	604,930	288,856	893,786

특히, 네팔은 역사적인 유적이 많은 지역으로 옛 왕궁과 수백 년 된 사원 등이 다수 붕괴 되어 역사 유적들도 지진을 피해가지 못했다. 이 중 유네스코 세계문화유산 “다라하라(빔센) 타워”가 완전히 붕괴되었고 불교, 힌두 유적군을 포함한 세계문화유산 7곳 중 4곳이 파손되었다. 이로 인해 사회 부분과 기반시설을 포함한 직접적 경제손실액이 약 4,754백만 달러에 달하는 것으로 추정되고 있으며 간접적인 피해를 합하며 약 7,065백만 달러의 재산피해가 발생한 것으로 집계되었다. 이러한 경제적 손실은 네팔 정부의 행정력 회복에 치명적인 영향을 미치고 있다(표 4).

표 4. 재산피해 현황 (*15.7.29 기준)

(단위: 백만 US\$)

구분	피해액		합계
	민간분야	공공분야	
사회 부문 (주거, 교육, 문화재 등)	3,632	454	4,086
기반시설 부문 (전력, 통신, 교통 등)	173	495	668
기타 부문 (농공상업, 환경, 산림 등)	1,599	712	2,320
총계	5,404	1,661	7,065

지역	피해현장 사진		
카트만두 지역			
누와코트 지역			
박타푸르 지역			

지역	피해현장 사진		
신두팔촉 지역			
고르카 지역			

그림 6. 카트만두, 누와코트, 박타푸르, 신두팔촉, 고르카의 건축물 피해

3. 네팔 정부의 지진재난 대응

3.1 네팔 정부의 자체 재난대응 체계

네팔은 지진으로 피해가 자주 발생함에도 구조 및 구급 전담부서가 없고, 초동대응에 필요한 대응매뉴얼이 없는 실정이다. 국가재난대응 프레임워크(NDRF, National Disaster Response Framework)를 마련하고 있으나, 정부의 구체적 임무 및 역할 등 자체 대응에 대한 내용이 빠져있으며, 재난 발생 시 국가재난사태 선포 여부를 신속히 결정하여 국제사회에 원조를 요청하는 시스템으로 구성되어 있다.

이로 인해 국제구조단, NGOs 등이 주체가 되어 재난상황 수습을 주도하였으나, 외국 구조대 및 구호물자 지원에 대한 네팔 정부의 관리능력이 부족하여 국제 구조·구호단의 원활한 활동이 이루어지지 못하였다. 또한 외국에서 지원되는 구호금품이 피해주민들에게 공평하게 배분되지 못하는 등 정부 주도의 재난 수습이 이루어지지 못하였다.

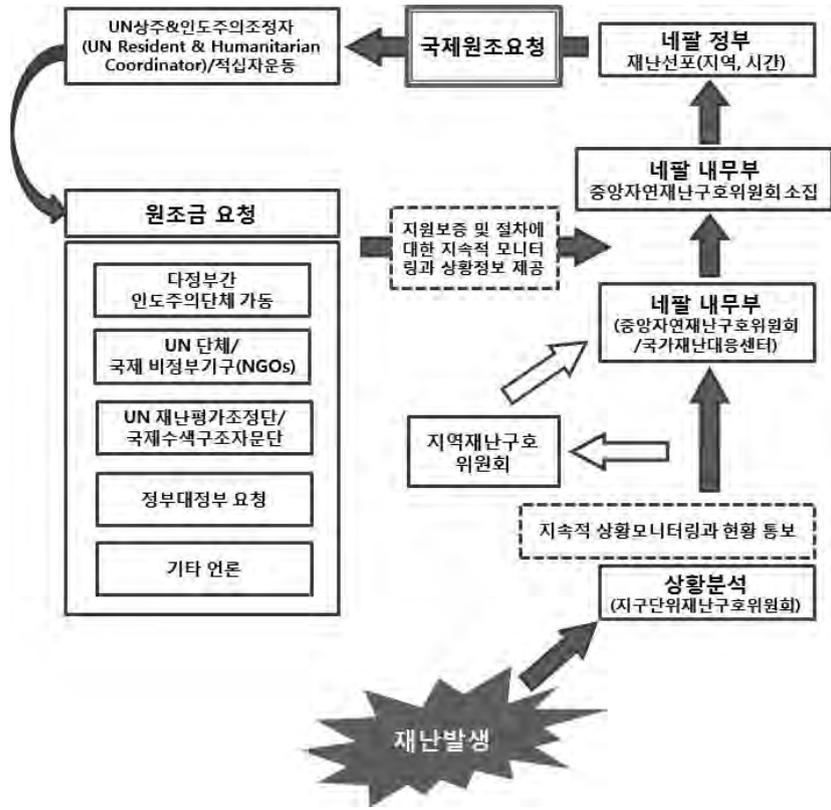


그림 7. 네팔 국가재난대응체계



그림 8. 피해주민 지원을 위한 NGO단체



그림 9. 의리지원 활동 중인 국제 적십자

3.2 대규모 사망자 발생으로 인한 사체처리 어려움

네팔은 종교적 이유(회교도가 전 국민의 80%)로 사체를 화장하는 장례문화가 보편화되어 있다. 그러나 이번 대지진으로 발생한 대규모 사망자를 수습하는 과정에서 화장터가 부족하여 사체처리에 어려움이 있었다. 또한 무연고 사체의 경우 장례 절차를 거치지 않고 여러 구의 사체를 동시에 화장 처리하는 등 사체처리와 수습과정에서 절차상 한계를 드러냈다.



그림 10. 카트만두 시내의 회교사원 화장장

3.3 열악한 주거시설

살아가기 급급한 피해주민들은 외국정부 및 NGO 등이 지원하는 임시 거주시설 등에서 생활하고 있으나, 이마저도 부족하여 대부분 열악한 임시 텐트 및 가시설물에 기거하고 있어 우기철 방수, 위생, 식료품 보관 등에서 문제 발생이 우려되는 상황이다. 또한 복구가 가능한 피해주택은 지진에 대비한 조치없이 원상 복원되고 있어 이후 발생 가능한 여진으로 인한 재붕괴 위험은 여전히 남아 있는 실정이다.



그림 11. 임시 주거지 (카트만두)



그림 12. 양철판으로 만든 임시 주거장소

3.4 산사태로 인한 도로차단과 긴급대응 지연

네팔 북부는 가파른 산악지형으로 대부분 중앙선이 없는 좁은 도로가 조성되어 있었다. 지진발생

초기에 북부지역 곳곳에서 발생된 산사태로 도로가 차단됨에 따라 구조 및 구호물자 공급이 지연되어 피해가 가중되었다.



그림 13. 산사태로 통제된 도로 (신두팔축)



그림 14. 도로의 부분 파괴 (누와코트)

3.5 뒤늦은 건축물 설계기준 마련

대규모 지진다발국임에도 불구하고 건축물을 5층 이하만 신축 가능하도록 하는 내진설계 건축기준(building code)을 2008년에야 도입하였으며, 건축기준이 도입된 이후에도 6층 이상의 건축물이 신축되고 있어 보다 강력한 법적 기준 적용을 위한 대책 마련이 필요해 보인다.

표 5. 네팔 건축설계기준 개요

구분	내용
1	1988년 네팔 동부에서 지진이 발생한 이후 건축구조 기준 개발 시작 (뉴질랜드-캐나다-미국 컨소시움의 컨설팅)
2	1994년에 공표 및 1998년 건축법 도입
3	전문기술인력의 부족 및 일반인의 인식부족으로 건축법 적용 확산에 한계
4	1994년 이후 발생한 대지진(Northridge 지진 등에서 축적된 기술적 발전 미반영)

표 6. 그 외 피해확산 원인(건축물 설계와 건물 구조적 측면)

구분	내용
1	약 10%의 건물만이 전문기술자가 설계/시공한 것으로 추산되고 있음
2	서로 다른 진동수를 갖는 건물이 매우 좁은 간격으로 배치되어 층돌(파운데이션)에 의한 피해 발생 추정
3	건축물은 대부분 자연석, 벽돌 등 인장강도가 낮은 재료로 지어짐. 또한 상층부 면적이 하층부보다 큰 건물이 지진에 취약함(그림 15)
4	건축비 절감을 위해 기둥의 개수가 면적에 비해 적음. 또한 내진설계가 되지 않고, 평면 배치가 불규칙하여 지진에 취약



그림 15. 규정을 위반한 신축중인 6층 이상의 건축물

상층부



그림 16. 상층부 면적이 큰 건축물

3.6 지진에 취약한 중저층 조적벽돌 건물

본진 및 최대 여진이 발생한 지역에 위치한 건물들 중 강화벽돌(네팔 국립감자연구소)이나 가벼운 지붕 등으로 건축된 구조물은 피해가 없거나 미비했던 반면, 중저층 조적식 건축물은 대부분 완파되거나 반파되었다. 특히 불에 구운 강화벽돌이 아닌 일반벽돌을 사용한 경우에는 대부분 지진피해를 비껴갈 수 없었다. 도심 외곽지역 건물이 대부분 조적조 구조임을 고려할 때 국가차원에서 조적조 건축물의 표준설계도면을 개발·배포하는 방안이 필요할 것이다.



그림 17. 전통 조적 건물 파괴 (건가부촉)

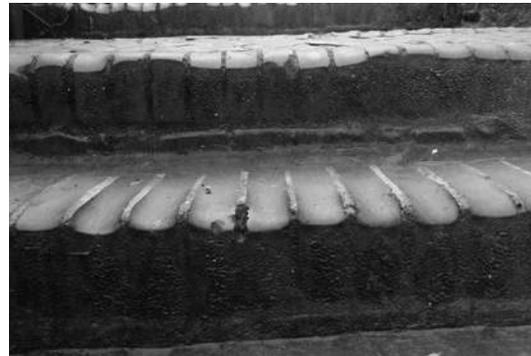


그림 18. 몰타르보다 약한 조적 벽돌

3.7 2차 피해의 확산

네팔의 수도 카트만두를 강타한 대지진으로 사상자가 속출하는 가운데 네팔의 열악한 사회기반시설이 완전히 붕괴되어 체계적인 구조와 구호작업이 이뤄지지 않았다. 또한 병원은 수용공간이 부족해 쏟아지는 환자를 감당하지 못하고 의료물품 등의 지원도 늦어져 제대로 된 치료가 이뤄지지 못하

었다. 지속되는 여진으로 불안한 이재민들은 흐린 날씨 속에서 담요 등만 걸친 채 임시텐트에서 생활하고 있고, 간이 식수저장시설에서 물을 공급받고 있어 어린이와 노약자 등이 질병에 노출될 수밖에 없는 상황이 지속되고 있다.



그림 19. 임시텐트에서 생활하는 이재민



그림 20. 유니세프(unicef)가 설치한 물탱크

4. 결론

2015년 4월 25일 발생한 규모 7.8의 네팔 고르카 지진과 연이은 수백차례 여진에 따른 피해 증가는 지진방재의 중요성을 다시금 부각시켰다. 네팔 여러 지역에 걸쳐 수십만 동의 가옥이 파괴되었으며 특히 본진과 최대 여진 진앙지 인근에서 피해가 컸다. 본진 이후 최대 여진의 영향을 직접적으로 받은 신두팔축에는 마을 전체가 붕괴된 곳도 있었다. 또한 유엔 세계유산으로 등록되어 있는 사원과 탑들이 파괴되어 고대 유적에 대한 손실도 컸다.

네팔 대지진 피해의 가장 큰 특징 중 하나는 피해 대부분이 주거, 교육, 문화시설에서 발생했다는 것이다. 이러한 시설물에 피해가 집중된 이유는 대다수 피해건물들이 지진에 취약한 조적조 건물로 내진 성능을 갖추고 있지 않았기 때문이다. 현재 우리나라는 3층 이상 건축물을 내진설계 대상으로 설정하고 있으며 내진보강을 공공시설물에 국한해 실시하고 있다. 이로 인해 주로 저층 구조물인 조적조 건물은 지진에 취약한 상태로 방치되고 있다. 특히 조적조 건축물들이 대부분 민간시설물임을 감안할 때 저층 조적조 건물은 기존 지진방재 대책의 사각지대에 놓여 있다고 할 수 있다. 따라서 내진성능 미확보 건축물의 위험성을 저감시키고 지진방재의 사각지대를 없애기 위해 조적조 건물은 건물의 층수에 관계없이 내진설계를 적용하는 방안을 검토해 볼 필요가 있으며, 기존 민간 건물의 내진보강을 지원하기 위한 다양한 인센티브 제도를 도입해 민간 시설물 내진보강을 확대해 나가야 할 것이다.

또한 네팔 정부의 재난대응을 위한 행정력 부재를 고려할 때, 재난 발생시 정부의 신속하고 집중

적인 응급대응 능력의 확보 필요성이 부각되었고, 이는 나라의 흥망이 재난관리에 의해 좌우될 수 있다는 교훈을 남겼다. 이에 우리나라도 지진방재대책에 부족한 면이 없는지 세세한 부분까지 면밀히 재검토해 볼 필요가 있다. 그 중 하나는 대규모 지진발생으로 인한 다수사망자 발생시 사체처리를 위한 대책 마련이다. 현재 재난관련법령(재난 및 안전관리기본법, 자연재해대책법, 재해구호법, 긴급복지지원법 등)에는 사망자에 대하여 지자체장이 장례를 주관하거나 지원하는 부분만 다루고 있다. 그러나 다양한 시설에서 수많은 희생자가 발생되어 여러 부처에 사고수습본부가 설치되는 경우를 대비한 사체수습과 관리에 관한 체계 및 근거는 부족하다. 현재 국민안전처에서는 사회재난 복구업무 추진지침을 작성 중에 있으므로 이를 참고하여 대규모 사체처리에 대한 규정 마련을 검토하고 표준·실무·현장조치 행동매뉴얼 등을 보완해 나갈 필요가 있다.

이와 함께, 국내 대규모 지진피해 발생 시 외국 구조대 및 구호물품관리의 법제화와 이를 위한 대응매뉴얼도 정비할 필요가 있다. 네팔의 경우 지진발생초기에 방송에서 보도되는 피해지역 위주로 외국 구조대가 집중되어 기타 지역에서 구조 공백 현상이 발생하였고, 정부의 행정력 부재로 인하여 구호물자가 피해현장에 공평하게 배분되지 못하였다. 현재 우리나라는 해외재난에 대한 지원법률(해외 긴급구호에 관한 법률)이 있으나, 외국으로부터 자원과 구조인력을 지원받았을 때 국가간 지원공조체제를 강화할 수 있는 대책은 미비하다. 따라서 국내 대규모 재난 발생시 해외 구조인력과 자원을 적지적소에 신속히 배치하는 등의 원활한 활동지원을 위한 관련 근거 및 행동매뉴얼 정비가 따라야 할 것으로 여겨진다.

마지막으로, 힌두교도가 절대 다수를 차지하고 있는 네팔의 인사말은 “나마스테(Namaste)”이다. 그 의미는 ‘내 안의 신이 당신 안의 신에게 인사를 드립니다.’라는 뜻이라고 한다. 여기서 ‘신’은 특정 종교가 아닌 어떤 종교 혹은 그 어떠한 숭고한 개인적 가치로 단순한 인사말을 넘어 서로의 다름을 인정하고 타인을 존중하며 배려하고자 하는 의미를 담고 있다. 이러한 숭고한 삶의 태도인지 아니면 현 생애에서의 빈곤이 다음 생에서 풍요로운 삶으로 보상받을 것이란 윤회에 대한 믿음인지 열악한 피해복구현장에서 그늘진 표정으로 좌절해 있는 네팔인은 찾아보기 어려웠다. 지진피해가 심각했던 시골마을 어귀에서 만나는 빈농도 여지없이 손을 흔들어 외부인을 반갑게 맞이해 주었다. 그들에겐 우리와 같은 물질적 풍요는 없어도 우리가 느낄 수 없는 행복의 기준을 가지고 있는 듯 했다. 이러한 네팔 사람들 삶 속에 있는 긍정적 지혜로 하루 빨리 피해복구가 마무리되어 사회기능을 회복하기를 바란다. 특히 가시시설물에서 교육받고 있는 학생들이 안전한 학교건물에서 다시 수업 받고 뛰어놀 수 있는 사회재건이 조속히 이루어지기를 기원한다.