

## 32. 支那震災の特異性と残存する高塔より 推定された其の震度に就て

地震研究所 齋田時太郎

(昭和13年1月18日發表——昭和13年3月20日受理)

### 内 容 梗 概

支那が大震災國であることは専門家以外殆ど知つてゐない、英文梗概に引用してある通りダビソン氏の調査によれば、地震による死者の年平均は 13862 人とあつて第 1 位を示してゐる、本文には支那地震に就て其の活動と地域、年代との關係、最近の傾向、残存してゐる高塔の構造より推定した震度及び地質より考へた支那震災の特性に關しては世界第 1 位の災度必ずしも第 1 位の震度を示してゐないこと即ち災度と震度とは比例的でないことを示し其の震度も我國のものとは大差ないと考へられること及び北支の方が南支の方より震度が高いと考へてゐるのに對して北支の地質の關係により著しく災度の高く現はれることを注意し震度は北南何れも大差ないと考へられること等考察の結果を述べてある。

支那には屢々大洪水大旱魃の襲來することは周知のことであるが、大地震も亦頻發したとは一般に知られてゐない、實に支那は自然の暴威に對して全く無抵抗である。今や新政權の治下に資源の開發、産業の發展及文化の振興の緒に就かんとするに當りその先驅たるべき土木建築工作の遂行のために、支那に於ける地震活動の消長と其の震度とを考察することは、震災を研究し耐震構造を論ずる吾人の責務であると考へたので、支那の山河を踏査した經驗なく且つ支那の文献に暗い筆者にとりては誠に隔靴搔痒の憾があるが詳細な論證は後日に期し、こゝには極めて概説的であるが筆者の所信の解説を試みた次第である。

支那の大地震の年代は理科年表\* によると西紀前 193 年漢惠帝 2 年甘肅省隴西に起つて家屋 400 餘を破損したのを初とし現今までに 151 回の大震災が記録されてゐる。その内數百人以上の死者を生ぜしめた大地震を取り出すと下の通りである。

漢							
年號	年	月	日	西 曆年	月	日	
高後	2	I	27	前 186	II	22	甘肅省武都
本始	4	IV	29	" 70	VI	1	關中(西安附近) 死 6000
綏和	2	IX	21	" 7	XI	11	京師ヨリ北邊ニ至ル

\* 理科年表昭和 12 年、東京天文臺發行

南 北 朝									
延昌	1	IV	20	後 512	V	23	京師他	死 5310	
唐									
開元	22	II	10	734	III	23	甘肅省秦州	死 4000 餘	
宋									
景祐	4	XII	17	1038	I	30	山西省代并忻三州	死 22391	
金									
大安	1	XI	8	1209	XII	13	山西省浮山縣	死 2(3)000	
興定	3	IV	18	1919	VI	9	甘肅省平涼德順	死數千	
元									
大德	7	VIII	6	1303	IX	25	山西省太原平陽	家屋 10 萬破損	
"	9	IV	10	1305	V	11	山西省大同路懷仁縣	死 1400 餘	
"	11	VIII	10	1307	IX	15	甘肅省開城路	壓死 5000 餘	
明									
成化	13	IV	1	1477	V	22	甘肅省涼州寧夏		
弘治	12	冬		1499			雲南省大理宣良	死數萬	
"	14	I	1	1501	I	29	陝西省咸陽長安		
正德	10	V	6	1515	VI	27	雲南省趙州		
嘉靖	34	XII	72	1556	II	2	山西, 陝西, 河南省 = 巨	死 83 萬	
"	40	VI	24	1561	VIII	14	山西省太原大同, 寧夏, 固原	死無數	
萬曆	34			1606			雲南省建水		
"	37	VI	12	1609	VII	12	省甘肅省紅崖		
天啓	2	IX	21	1622	X	25	甘肅省平涼	死 12000	
清									
順治	9			1652			雲南省蒙化	死 3000	
"	11	VI	8	1654	VII	21	陝西省	死 10000	
康熙	7	VI		1668			山東莒縣諸城	死 22700	
"	19	秋		1680			雲南省楚雄	死 1000 餘	
"	34	IV	6	1695	V	18	山西省平陽	死 10000 餘	
"	48	IX	12	1709	X	14	甘肅省涼州, 固原, 寧夏	死 2000	
"	57	V	12	1718	VI	10	甘肅省莊浪	死 4000	
乾隆	3	XI	25	1739	I	4	寧夏	死 50000	
嘉慶	4	VII		1799			雲南省石屏	翌日再震死傷 3000	
道光	13			1833			雲南路南徽江	死 6700	
"	30	VIII	7	1850	IX	12	四川西昌會理	死 20000	
同治	10			1871			四川省西部	死 2298	
光緒	5	V	10~12	1879	VI	29	甘肅省階州通渭	死 20710	
"	13			1887			雲南省石屏	死 2000	
中 華 民 國									
	9			1920	XII	16	甘肅省六盤山	死 10 萬	
	14			1925	III	16	雲南省大理府	死 6500	
	16			1927	V	23	甘肅省涼州	死數萬	
	20			1931	VIII	10	新疆省內	死 1 萬	
	21			1932	XII	25	甘肅省高臺	死多數	

以上 39 回の大地震の發起年代を顧みるに、西紀前 186 年以來上代に於ては百年乃至數百年毎に點々と起り明末より清初の約百年間に約 10 回及前世紀後半期より現代までに亦 10 回の大地震が續發した活動の盛な時代が 2 回あるのが解る。これ等 39 回の大地震を地域別に見ると、30 回は北支の甘肅、陝西、山西、河南地方に、9 回は雲南、貴州の地方に起つてゐるから斷然北支の方が活動が盛んであると言へる。上記のやうな大規模のものは近年主として甘肅以西の奥地に起る傾向があるが、大正 12 年 11 月 15 日に山西省大同の西南約 50 里の崞嵐縣と言ふ炭坑所在地に死傷 1500 を生じた地震が発生したことがあるから注意を要する。なほ輕微な被害を與へる程度のもものは山東泰山を中心とする一帯と福建の海岸に沿ふて起つてゐる。

支那の震災には極めて大なるものがあつて、我國の震災と比較すると其の震度の偉大なること想像も及ばぬものがある、例へば上記の嘉靖 34 年 12 月 12 日（西紀 1556 年）の山西、陝西、河南の三省に亘る大地震では死者 83 萬と記録され、大正 9 年 12 月 16 日（西紀 1920 年）甘肅省六盤山附近の地震では 10 萬の死者が報ぜられてゐる、其の他數千の死者を出した程度のものならば 10 回を下らない。これを我國のものと比較するに明治 24 年 10 月 28 日（西紀 1891 年）の濃美大地震は近年の大地震で仙臺以北を除き日本中震動を感じ死者 7,273、全潰家屋 8 萬、非住家を合せば 14 萬餘、且餘震は十數年間續いてゐたと言ふ大規模のもので名古屋、岐阜其の他の市街に建築された洋風煉瓦造の官衙、工場等が徹底的に破壊され、其の後この種の建築構造に耐震の注意が喚起されるやうになつた、かゝる大地震にあつても我國傳來の木造建築なる名古屋城、大垣城、犬山城の天主閣は輕微な震害を受けたるに過ぎず、岐阜縣武儀郡關町新長谷寺及び同縣安八郡神戸町日吉神社の三重塔の如きは最激震地にありながら震害を免れたと言ふ状態であつた。關東大地震では家屋全潰 12 萬餘、死者 14 萬餘であつたが其の大部分は火災によるもので直接家屋の倒潰によるものは 2 萬以下であつたと推定される。彼我災度の比較によると如何にも彼の大規模で戰慄するものがあり、其の震度の強烈なることが想像され一度この種の地震に襲はれれば、如何なる施設と雖も震害を免れることは不可能であると感ぜられる。

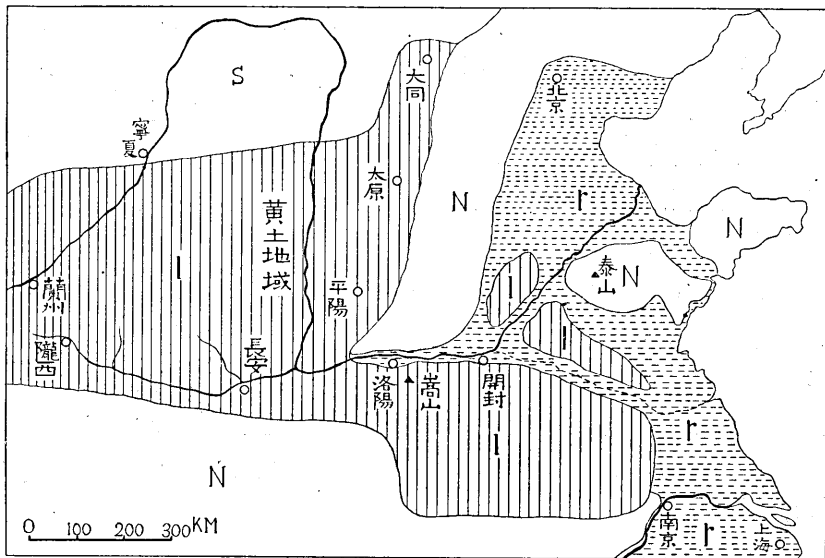
支那人は古來よく文献を残した國民で常に政治上の事變ばかりでなく自然現象の方面にまで及んでゐるが、その誇張文飾も亦著しいことで有名である、従て文献の學術的價值極めて低く災度を表はす數字に信を置き難いが、文献に見える地震に伴ふ地鳴山崩、餘震等の記録から考へると何れも大規模の地震であつたことは確である。

筆者の既往の震災調査によると震災は勿論地震々度の大小によるが、家屋構造と地

盤の性質と發震時刻並に人口密度とによることが大きいもので、地震の大小と震災の大小とは必ずしも比例しない、例へば昭和 5 年 11 月の伊豆北部地震では全潰住家 2142, 死者 259 人で昭和 10 年 4 月の臺灣中部地震は伊豆地震より震度小なるに關はず全潰住家 17000 餘, 死者 3276 を出してゐる、これは主として家屋構造の相違によることで常に臺灣震災<sup>1)</sup>は内地の同程度地震に比べて數倍以上に及んでゐる。

支那の地震の震度を科學的に知るには直接觀測によるべきであらうが、それは將來のことであつて既往の大地震の震度は數多の文献を通して震災の情況を知ると同時に現地に於て地形地質構造及び住家の構造並に地震に襲はれて今なほ残存する建築物とによつて認識を深めることである、從て其の震度は數字を以て精確に決定することは不可能である、たゞ其の規模を推察し得るに過ぎない。筆者未だ支那の山河を踏査した經驗はないが、現地を調査した地質學者の言と、殘存する高塔の耐震性と支那人の著した甘肅地震考<sup>2)</sup>及び雲南地震考<sup>3)</sup>の二書によつて其の震度を考察して見ようと思ふ。

北支那は森林に乏しく家屋を構造する木材の供給は極めて不足してゐるから、家屋



北支地質概観 I 黄土, S 砂漠砂, r 現世期砂礫粘土, N 火山岩又は第 3 紀世以前の岩石  
本圖は東京地學協會著作(昭和 4 年 5 月)の東亞地質圖縮尺 200 萬分の 1  
によつて筆者の製作せるものである。

は泥、土塊、煉瓦造のもの多く極めて粗造である、なほ山西及黃河沿岸は厚き黄土層

- 1) 筆者「臺灣に於ける震害と地盤に就て」地震研究所彙報別冊第 3 號(昭和 11 年)
- 2) 翁文灝「甘肅地震考」摘印地質彙報第 3 號(民國 10 年 10 月)
- 3) 「雲南地震考」雲南省公署樞要處第 4 課刊(民國 15 年 11 月)

より構成され垂直に近い断崖が造られてゐるので木材に乏しく且つ空気の常に乾燥してゐる此の地方には古來黄土の断崖に横穴を穿つて穴居するもの多く今なほ全村穴居の部落もあると言ふことである（寫眞第 1 参照）。これに對して雲南貴州方面は玉石積及木造家屋である。

地盤は山西、陝西、甘肅、河南方面は厚い黄土の層で覆はれ農家はそこに階段狀に耕地を開き斜面に横穴を穿つて住居や倉庫や家畜小屋としてゐる、黄土は加里、磷酸石灰分に富み且細粒で乾燥すれば東京山手の赤土より堅いが極めて脆弱で振動には特に弱い、水を含むと殆ど凝集力がなく、其の崩壊するや常に垂直の面を造る性質がある、黄土の侵蝕地形は普通の谷のやうに V 字形とならず、殆ど垂直に近い谷をつくる、有名な函谷關の狭隘も黄土の特性によつて出來たものである。雲南貴州方面は山嶽地帯で岩質は火山岩又は第三紀世以前の古いもので堅硬である。（北支地質概観参照）。

以上述べた地盤の特質が震災文献によく現はれてゐる、即ち北支の地震には常に山崩山津浪が伴ふ、例へば甘肅地震考に

宣和六年春三月蘭州地震諸山草木盡沒山下麥苗反在山上。

清世祖順治十一年六月秦州地震一年餘聲如雷官署民房均毀死萬餘人羅寺堡二山移合爲。

と言ふやうな全山移動の山崩を始とし其の他大小無數の山崩が地震毎に記録されてゐる。これに對して雲南貴州方面では山崩の記録は更になが家屋の全潰數の著しく大なるものが多い。

要するに北支の震災の特色は家屋の脆弱なると、山崩山津浪に伴ふ住居の埋没によるもので雲南貴州方面は家屋の全潰によるものと考へて誤りでない。なほ北支に死者の著しく多いのは本震に續く餘震によつて起り易い山崩れで積算されてゐるのではないかと疑はれる。と言ふのは文献\* の各所に山崩續發の記事が多いので判る、文献では本震と餘震とによる震災を區別してゐない。前記 83 萬の死者を出した嘉靖 34 年の大地震も其の規模は大きくはあつたらうが本震 1 回による死者とは考へられない、これを我國の震災の發生機構と同様に考へたら誤であらう。

雲南貴州方面では山崩れがないから本震で家屋を失ひ餘震續發中は粗末な假小屋にゐさへすれば餘震の大なるものと雖も死者を生ずることはない。

かく地形地質と家屋構造とを考へると、北支も南支も同じ程度の地震に對し北支に著しく震災が大きく現はれるのが當然と言へる。筆者はこの見地からして支那の地震

\* 甘肅地震考及び雲南地震考。

は北支も南支も其の震度に於て著しき差はないものと信ずる。

震度を推定する資料となるものに残存する高塔がある、隋の文帝（推古天皇時代）は佛教の信心厚く天下に詔して佛塔を建立しその數 111<sup>4)</sup> に及んだと云はれてゐる、筆者の知れるもので地震區域で、しかも大地震に遭遇したもの<sup>5)</sup>を挙げると

名 稱	位 置	創建年代
文風塔 8 角 13 層塔	四川省綿陽縣	宋代
嵩山嵩岳寺 12 角 15 層塔	河南省登封縣	西紀 523
嵩山會善寺淨藏禪師塔	同上	746
齊震塔（東白馬寺塔） 13 層高 160 尺	洛陽	1175
孫八娘墓塔石造 7 層	同上	唐代
法王寺塼塔 15 層	嵩山	同上
永泰寺塼塔 11 層	同上	同上
永泰寺塼塔 7 層	同上	同上
慈恩寺大雁塔 4 角 7 層高 65 米	陝西省安	652
薦福寺小雁塔 4 角 13 層塔	同上	707
香積寺 4 角 11 層塔	同上	681
興教寺玄奘塔 5 層	同上	669
常樂寺（東） 4 角 13 層塔	雲南縣	976
慧光寺（西） 4 角 13 層塔	同上	1667
佛宮寺 8 角 5 層木塔	山西省應縣	1056
慈相寺 8 角 7 層塔	山西省平遙	1046
壽寧寺 6 角 3 層塔	山西省文水縣	1094
永祚寺雙塔	山西省太原	1611
淨明寺舍利塔	同上	1385
臺中大塔院大塔	山西省五臺山	1579
扶風縣內 8 角 9 層塔	陝西省扶風縣	宋代

等である、しかも屢々大震災地であつた長安（西安）、洛陽（河南）、嵩山、登封にかく多數が崩壊を免れて残存してゐる（寫眞第 2～第 20 参照）。この種の高塔破壊記録は清の道光 13 年雲南地震で昆明南門外東塔震倒<sup>6)</sup>と同咸豐 5 年大通縣西十里塔破山崩<sup>7)</sup>とあるものと大正 14 年浙江省杭縣に在る雷峰塔<sup>8)</sup> 8 角 7 層塼塔（西紀 975 年創建）が自然崩壊をしたと云ふ僅少な例があるのみで、一見我國の五重塔と同様に耐震的であるやうに見えるが、上記の残存する塔は何れも瓦に類する磚（塼又は甃ともかく）で築造されたもので、高さ 200 尺位あるものもあり其の耐震性は煉瓦、石造の煙突と同様に極めて薄弱で、五重塔の如き木造と比較にならないと考へられる。因て支那の高塔が耐震的であると考へるよりも、地震の方が大きくないと考へるのが妥當

4) 伊藤清造氏「支那建築」。

5) 主として世界建築集成「支那建築上卷」によれるも鮑鼎氏の「唐宋塔之初歩分析」中國營造學社叢書第 6 卷、第 4 期による若干補つた。

6) 前記ノ雲南地震考。

7) 前記ノ甘肅地震考。

8) 世界建築集成「支那建築上卷」。

である。かく残存する高塔の耐震性を考へると支那の地震は災害記録の示すほど大きくなく我國既往の地震より優勢とは考へられない。従て震災防止の策を講ずるならば震動に對しては我國と同程度でよいが山崩山津浪には特別な注意を拂ふ必要があると言ふことになる。なほ支那地震について興味あることは地震時には屢々現はれると言ふ發光現象である。この真相は未だ解明されてゐないが我國の文献には奈良朝時代より記録されてゐるのに、支那地震では鳴動を聞いたことは著しく記録されてゐるが發光現象のことが絶無であるのは不思議と言ふべきである。

支那の古代文化の卓絶してゐたことは周知のことであるが、地震文化について言ふならば今より 1800 年以前に張衡が候風地動儀を創作して地震觀測を始めてゐる、この器械の構造の詳細は解らないが洛陽に据えつけて觀測中その西 200 里の隴西に起つた大地震を洛陽では人體に無感であつたにも關はず、其の器械には感じたと言ふから精巧なものであつたと考へられる。其の後明の末期には伊太利人の宣教師ロンゴバルヂ Nicalao Longobardi をして地震解\* なる書を作らしてゐる等特筆すべき功績を擧げながら現今に於ては其の見るべきもなく雷北京、南京、上海（佛人によつて）、香港（英人によつて）、廣東等で地震觀測をなしてゐる程度に過ぎない。今や皇國の指導援助のもとに支那が開發されんとするに當つて支那地震學及び其の應用も振興されなければならないと信ずる。筆者も機を得て現地地形地質を調査し或は高塔の構造及び其の耐震性に就ても更に研究を進めてみたいと願つてゐる。

筆を擱くにあたり、黃土の性質について御教示を賜はつた東京帝國大學文學教授脇水鐵五郎博士及び支那塔に關する文献、碑の閱覽及び寫真原板の借用等に御多忙中度々御手数煩はした東京帝國大學工學部建築學教室の木村貞吉氏並に地震史料蒐集の方針について御教示を賜はつた東京帝國大學文學部教授池内宏博士に深甚の謝意を表する次第である。

---

\* 高桑氏「支那文化史講話」。

32. *The Peculiarity of Chinese Earthquake Disasters  
and the Seismic Intensities as Deduced from  
Remaining Pagodas.*

By Tokitaro SAITA (SAIDA),

Earthquake Research Institute,

According to the investigation of C. Davison,\* the mean annual loss of life caused by earthquakes in important earthquake districts is as follows:

13 862	in China
7980	in Colombia and Ecuador
2240	in Japan
1006	in Italy
991	in India
586	in Asia Minor
99	in Greece
35	in the Philippines
29	in Formosa
6	in the United States of America

China is therefore the greatest earthquake-devastated country in the world. In past great earthquakes, for example, the loss of life was reported as 830,000 in the earthquake which occurred in Shan-si, Shen-si and Ho-nan provinces in 1556 and 100,000 in the Kan-su earthquake in 1920.

There are in China not only a great many earthquakes but also great floods and severe drought. The people of that country make scarcely an effort to control natural calamities, but let them have their own way.

At this time the great attempts are being made to develop the natural resources and industries of China and also to diffuse culture by the cooperation of Japan and China. It may be significant to investigate the seismic activity and its intensity in that country. From some investigation carried out, the writer has made the following conclusions:

(1) It is generally believed that Chinese earthquakes in the northern districts (Shan-si, Shen-si and Kan-su provinces) have been much severer than in the southern districts (Yun-nan and Kueichou provinces). This opinion is based on the false conclusion that seismic intensity is proportionate to the disaster caused. The writer believes that seismic intensity in these two districts is almost the same.

(2) The seismic intensity has not been so great as the loss of life resulting would appear to indicate. This is seen in the earthquake resistance of the remaining numerous pagodas in Shan-si, Shen-si and Ho-nan provinces, which were the greatest earthquake-devastated districts in the past. These pagodas were built of Chinese tile in the dynasty of T'ang and Sung.

(3) The seismic intensity in China is of the same character and intensity as on the mainland of Japan and Formosa at least.

(4) The magnitude of north China earthquake disasters is due to numerous landslides during earthquakes.

(5) The frequent occurrence of landslides is due to the peculiar nature of the soil.

---

\* Dr. C. DAVISON, *Nature*, April 11, 1936.

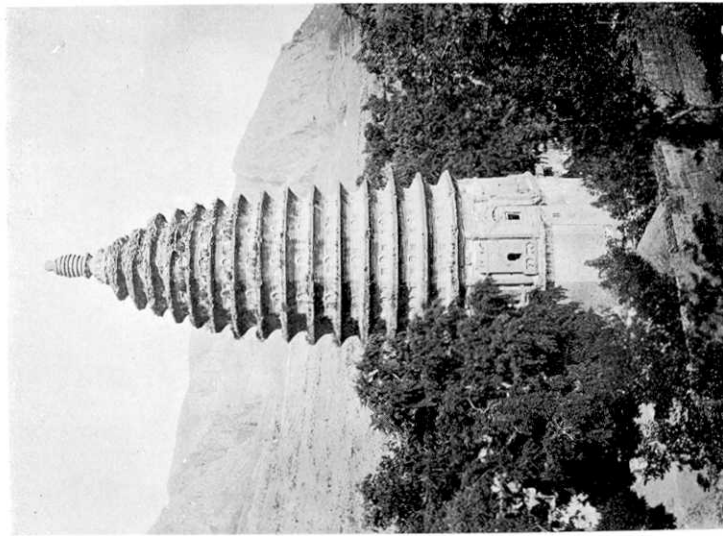




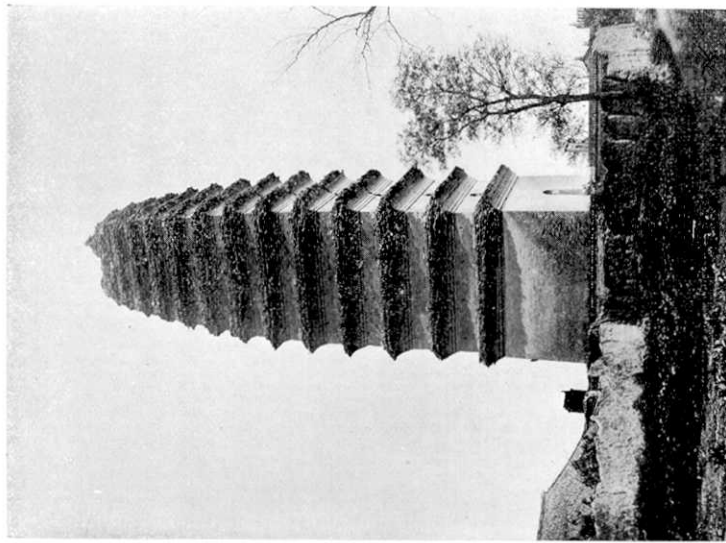
寫真第 1. 山西省太原に於ける穴居の一例



寫真第 2. 永祚寺雙塔 關野博士撮影  
高さ約 22(3) 丈と稱す



寫真第 3. 高丘寺磚塔 關野博士撮影  
支那最古の磚造建築と稱す



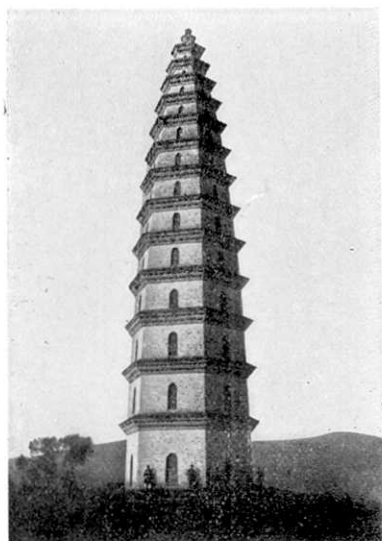
寫真第 4. 薦福寺小雁塔 關野博士撮影



寫真第 5. 慈恩寺大雁塔 關野博士撮影  
高さ 60 米と稱す



寫真第 6. 扶風縣內磚塔 伊東博士撮影



(震研叢報 第十六號 圖版 齊田)

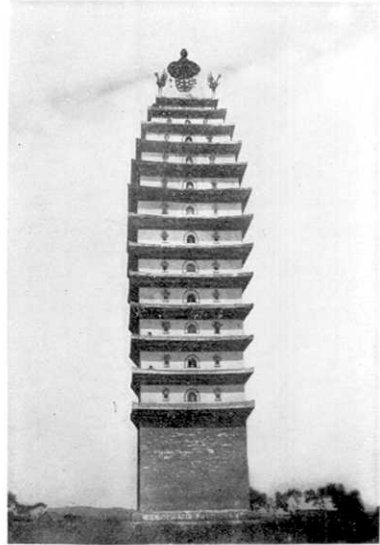
寫真第 7. 四川省綿陽縣文風塔  
伊東博士撮影



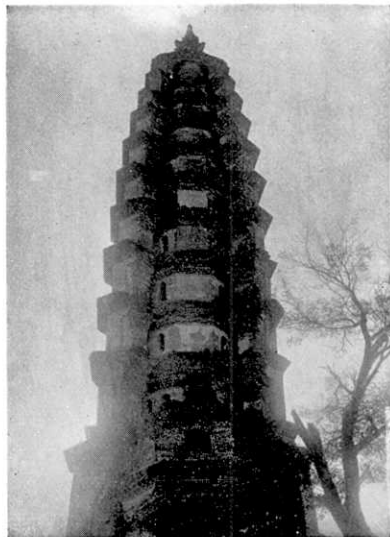
寫真第 8. 齊雲塔 (東白馬寺塔又は金塔)  
高さ 160 尺と稱す 塚本博士撮影



寫眞第 9. 淨明寺磚塔 關野博士撮影



寫眞第 10. 常樂寺(東寺)磚塔  
伊東博士撮影



(震研彙報 第十六號 圖版 齊田)

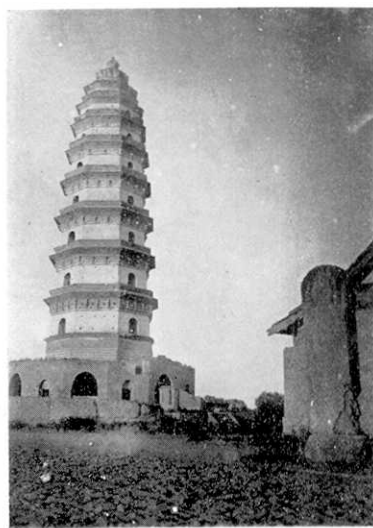
寫眞第 11. 開元寺料敵塔 塚本博士撮影  
直隸省定縣に在り其の東北面崩壞せるため内部構造が看取される宋以後の塔の構造はこの型に準て言はれてゐる



寫眞第 12. 祐國寺鐵塔 關野博士撮影  
高さ 23 丈と稱す



寫真第 13. 開元寺磚塔 塚本博士撮影



寫真第 14. 慈相寺磚塔 塚本博士撮影  
高さ 10 丈と稱す

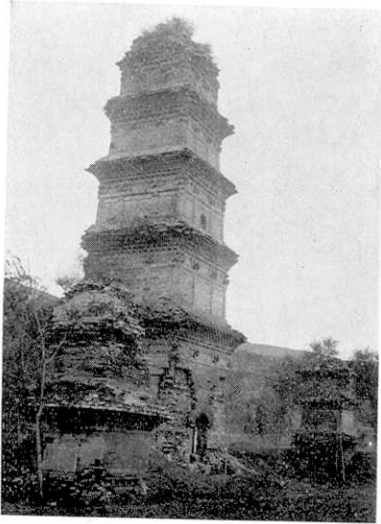


(震研彙報 第十六號 圖版 齊田)

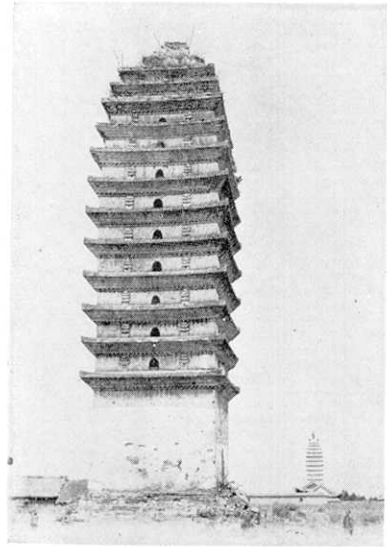
寫真第 15. 香積寺磚塔 關野博士撮影



寫真第 16. 嵩山會善寺淨藏禪師塔  
塚本博士撮影



寫真第 17. 興教寺玄奘塔 (5 層)  
慈恩塔 (3 層) 圓測塔 (3 層)  
關野博士撮影



寫真第 18. 慧光寺 (西寺) 磚塔  
高さ 13 丈と稱す  
伊東博士撮影



寫真第 19. 雷峰塔 關野博士撮影  
大正 14 年卒然崩壞



寫真第 20. 佛宮寺木塔 伊東博士撮影  
山西省應縣に在り高さ 360 尺と稱す