

2004 年新潟県中越地震による被災地域の地盤振動特性の検討

正会員 ○山本俊雄*
正会員 荏本孝久*
正会員 石井 匠**

新潟県中越地震 地盤振動 H/V スペクトル
地震被害 微動観測 卓越周期

1. まえがき

平成 16 年 10 月 23 日に発生した平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震 (M6.8、以下中越地震) は本震以外にも震度 6 弱以上の余震が 4 度発生するなど活発な余震活動を伴う内陸直下型地震であった。この地震により家屋倒壊、道路や河川の被害が発生し、山地では土砂崩れや地すべりなどの地盤災害も多数発生した。本研究では被災地域の微動の移動観測と定点観測により卓越周期を算定し地盤の振動特性を把握すること、地震被害との関係性について検討することを目的とする。

2. 被災地域の地形・地質

中越地震の被災地域は東山丘陵・魚沼丘陵に含まれている。東山丘陵・魚沼丘陵は幅約 15km で北北東-南南西方向に伸びる低平な丘陵であるが、丘陵は複背斜帯に相当し現在も変形が進行しつつある隆起帯にあたる。魚沼丘陵の地質は新生代後半の礫岩・砂岩・シルト岩やその互層からなる魚沼層群が主体をなしている。丘陵北部の川口町周辺では東山丘陵から褶曲軸が延長し、魚沼層群より下位の白岩層等が分布する。東山丘陵は、魚沼丘陵とは対比的に褶曲、断層の多い地層の変形が著しい地質構造となっている。地質は大部分が新第三紀中新統~鮮新統からなり、泥岩砂岩互層、泥岩、砂質シルト岩が分布している。被災地域の表層地盤はこの褶曲構造と信濃川の運搬作用により変化が著しい地帯となっている。

3. 微動観測

3.1 観測位置

観測地点を図 1 に示す。□は十日町市、川口町 (和南津、田麦山、武道窪)、小千谷市をそれぞれ 250m×250m のメッシュに区切り、その交点付近を観測地点として微動観測した地域、▲は定点観測を行った十日町高校である。なお、既往の観測で今回解析した地域も図中に□で示す。

3.2 観測方法

観測には 1.0Hz の微動センサーで、水平方向 (N-S)・(E-W)、上下方向 (U-D) の計 3 成分で観測を行った。移動観測は、1 点につき 180 秒間 100Hz サンプルングの速度データを観測した。定点観測は、期間 2005 年 12 月 8 日 12 時~16 日 12 時まで 24 時間、1 時間毎に 180 秒間 100Hz サンプルングのサイクルで連続観測した。

4. スペクトル解析

観測で得られた水平方向 (N-S)・(E-W)、上下方向 (U-D) の 3 成分、180 秒間の時系列波形から、外乱の少ない区間について 20.48 秒を抽出した。このデータをフーリエ変換によりフーリエスペクトルを求め、バンド幅 0.3Hz の Parzen window により平滑化を行った。さらに水平 2 成分のフーリエスペクトルを相乗平均した 2 次元水平成分を求め、それを上下成分で除して H/V スペクトル比を算出した。移動観測、定点観測のすべてのデータセットに同様の解析を実施した。移動観測 3 地点、定点観測 1 点の H/V スペクトル比の例を図 2 に示す。



図 1 微動観測点位置

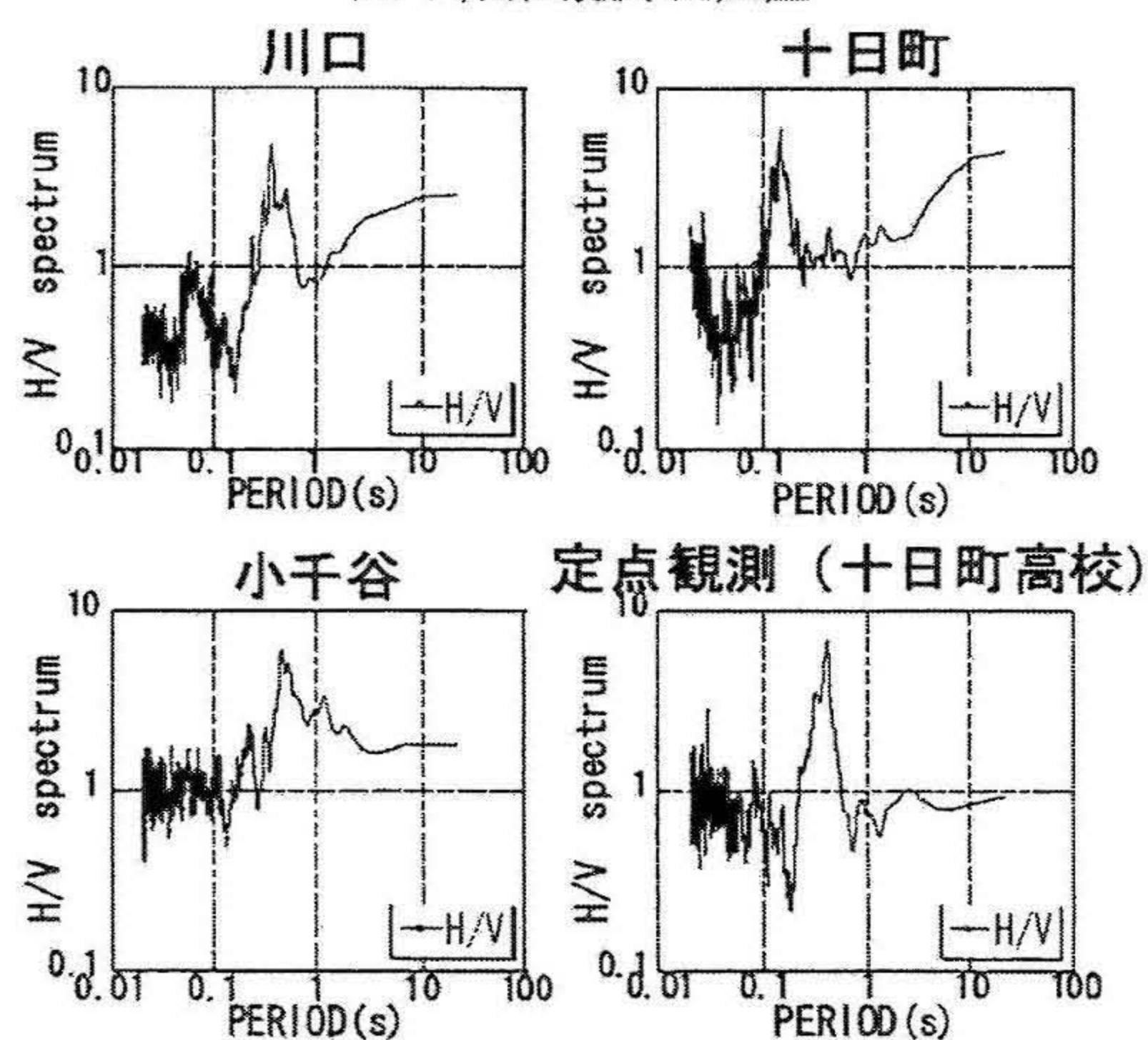


図 2 H/V スペクトル比の一例

5. 卓越周期の算定・比較

5.1 卓越周期の算定

卓越周期は H/V スペクトル比から算出し、算出が困難な点は、フーリエスペクトル比を参考にして算出した。卓越周期は、0.1~1.00 秒の範囲で算出した。また、定点観測では卓越周期の時間的変動を 1 時間ごとの変化で表すことにした。卓越周期の時間変動を図 3 に示した。原点の時間は、2005 年 12 月 8 日 12 時である。移動観測では、観測点の卓越周期分布図を作成し、十日町、小千谷地区の例を図 4、図 5 に示す。

5.2 卓越周期特性の比較

移動観測は各観測地点で全体的に低地部から山地部にかけて徐々に卓越周期が長くなるという傾向がみられ、小千谷、川口地区では信濃川流域のいくつかの観測地点で卓越周期が長い値を示した地点も認められた。定点観測は卓越周期が 0.4~0.5 秒の間で比較的安定した特性を示した。

5.3 卓越周期と地震被害の関係

中越地震においては、低地部と山地部との境界での被害が多かったのが特徴のひとつにあげられ、移動観測の卓越周期分布においても山地部に近い地域で卓越周期が長い値になる傾向があり、整合性が認められた。川口地区の木造家屋倒壊地点と比較しても卓越周期が長いところでは家屋の被害も大きくなっている。川口町田麦山地区での比較例を図 6 に示すが、被害が集中した地域で卓越周期は長い値を示している。

6. まとめ

本研究では、新潟県中越地震による被災地域を対象に微動の移動観測による卓越周期分布、定点観測による卓越周期の時間的変動特性と地震被害の関係について比較検討を行った。移動観測による卓越周期と地震被害との関係性の検討では中越地震の特徴である山地縁辺部での被害と、被害集中地区である川口地区の木造家屋倒壊の多発地域で比較を行った。いずれの地域も卓越周期の長い所で被害が大きいといった傾向が認められ、地盤の影響によるものと考えられる。定点観測による時間的変動は、卓越周期が比較的安定していたことが確認された。観測地点周辺の 4 点の卓越周期とも同様な値を示した。

【謝辞】本研究は、神奈川大学における文部科学省学術フロンティア研究プロジェクト「災害リスク軽減を目的としたソフト・ハード融合型リスクマネジメントシステムの構築に関する研究（研究代表者：荏本孝久）」の一環として実施したものであり、記して感謝いたします。また、データ整理をしていただいた卒研生太田耕介君に心から感謝する。

【参考文献】1) 柳沢幸夫・茅原一也・鈴木尉元・植村 武・小玉喜三郎・加藤碩一：十日町地域の地質 地質調査所（1985）

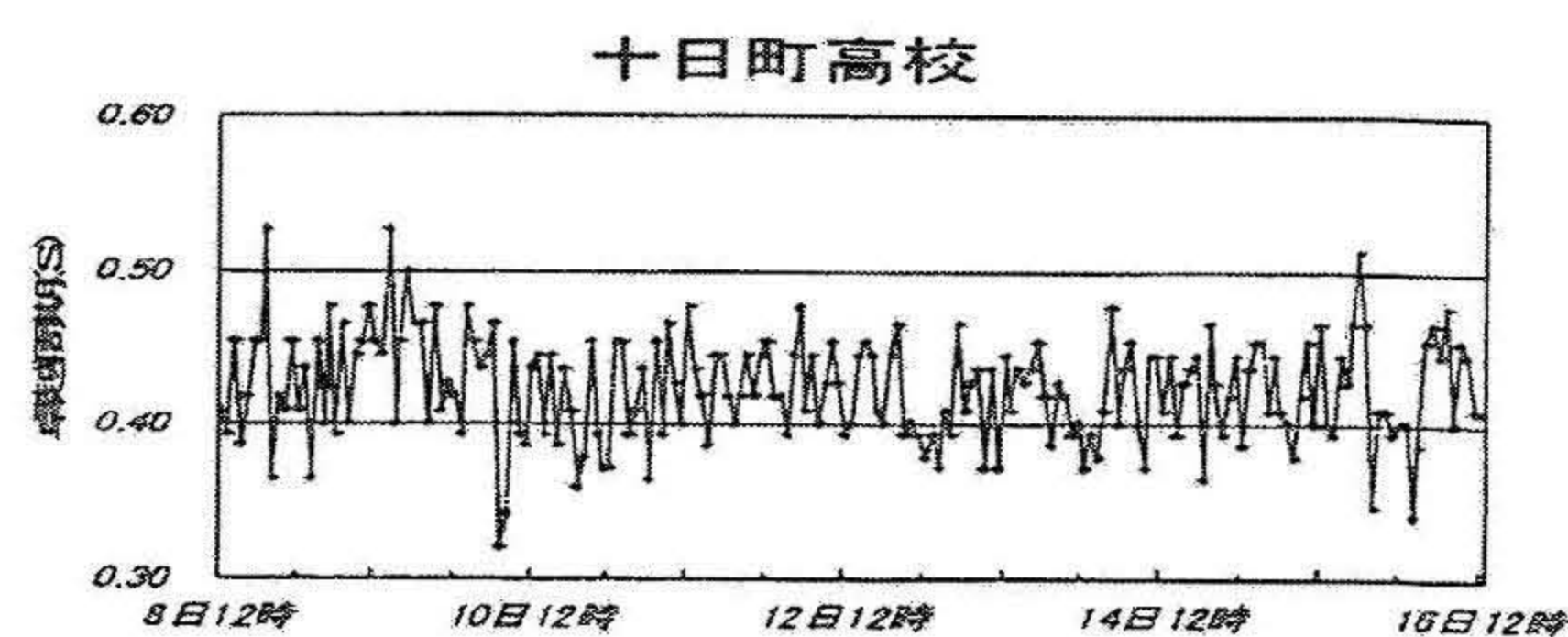


図 3 定点観測における卓越周期の時間的変動

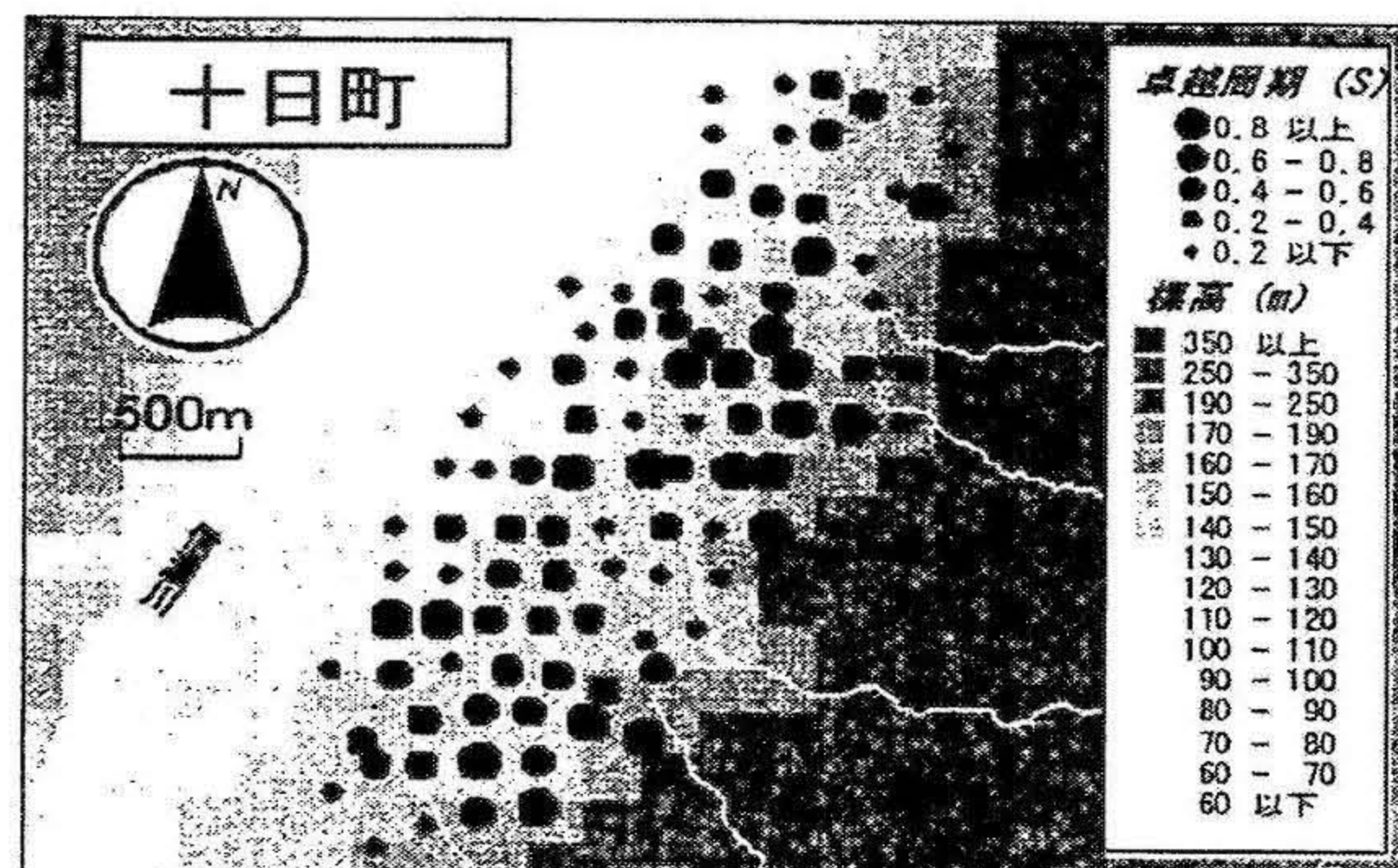


図 4 十日町地区の卓越周期分布図

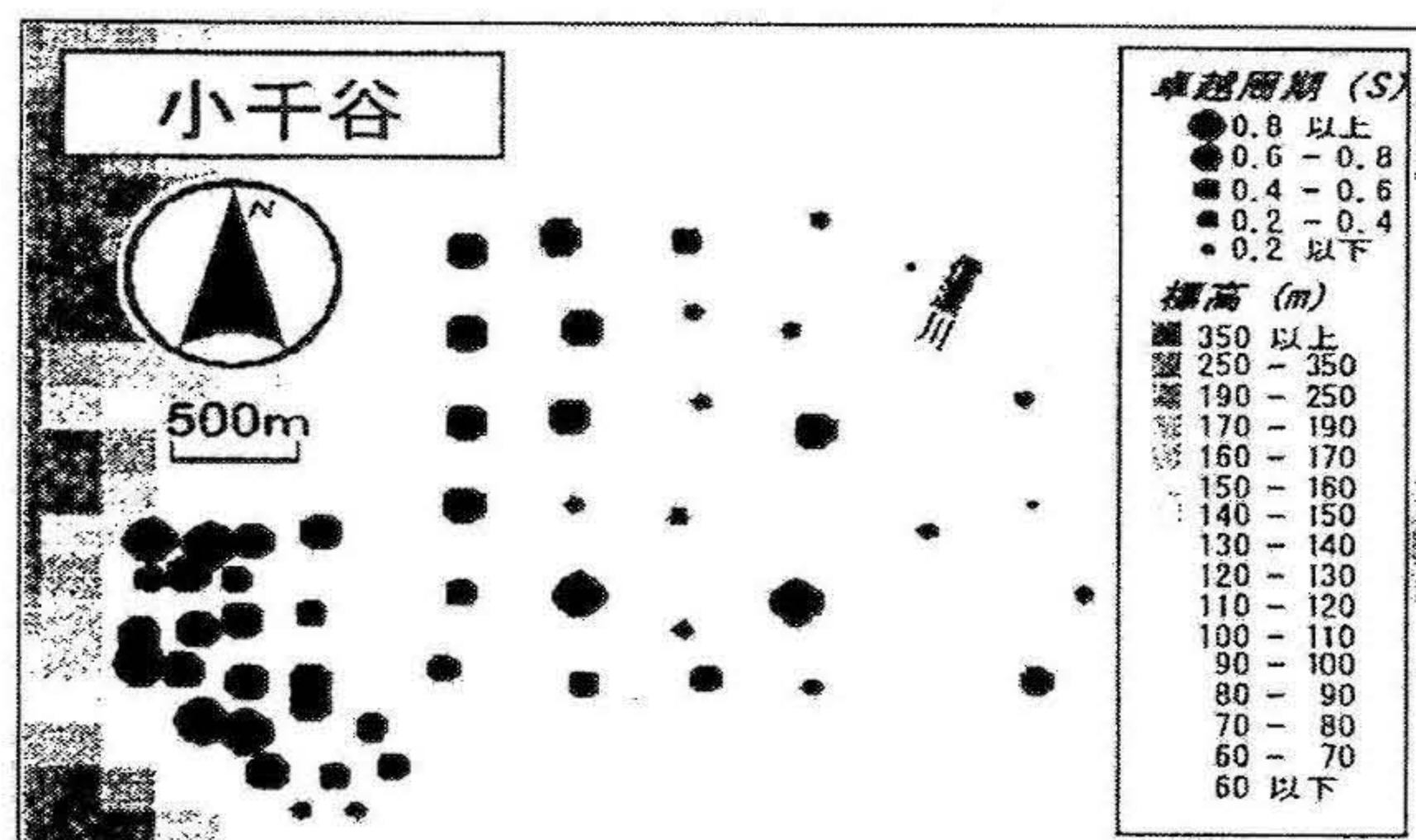


図 5 小千谷地区の卓越周期分布図

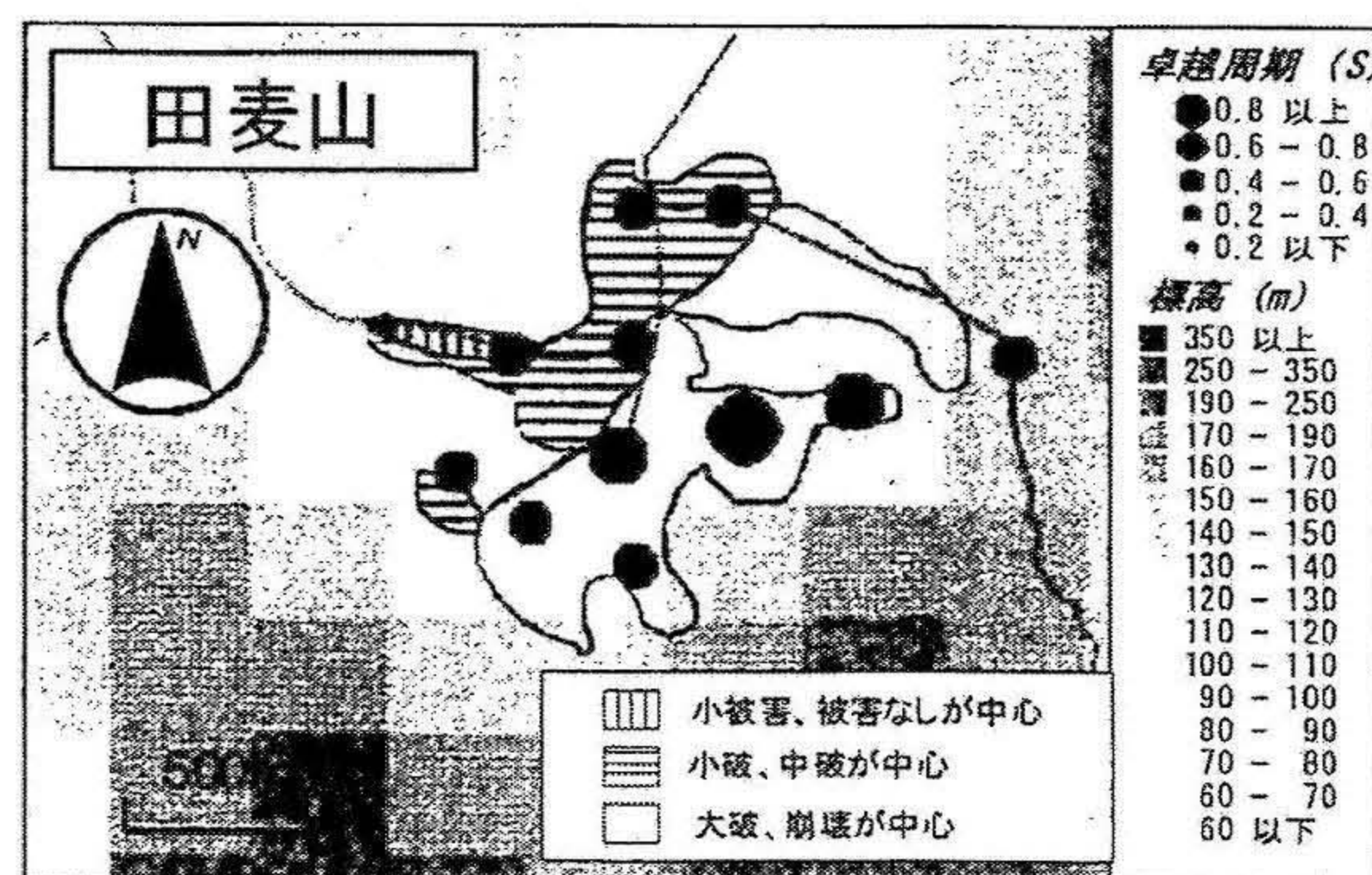


図 6 田麦山の卓越周期分布と木造家屋倒壊多発地域

*神奈川大学工学部建築学科

**神奈川大学大学院工学研究科

*Dept. of Architecture Faculty of Engineering Univ. of Kanagawa

**Graduate School Of Engineering Kanagawa University