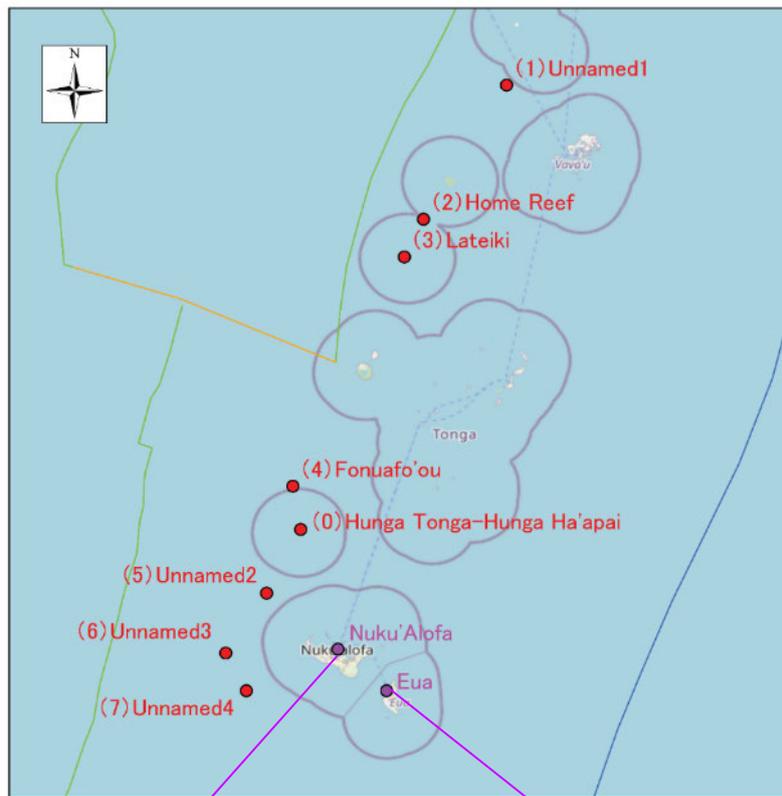
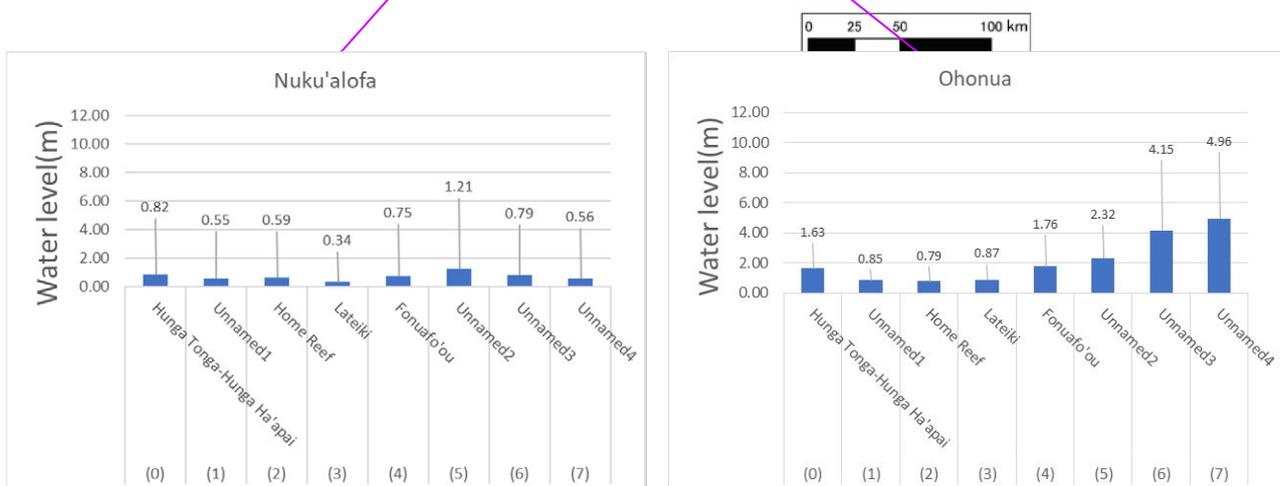


7) 津波水位の比較

トンガタブ島、エウア島の代表地点における、各対象火山による最大津波水位の比較結果を図 2.6.171 に示す。トンガタブ島においては、Unnamed2 火山に波源を置いた場合が最も津波水位が大きく、エウア島においては、Unnamed3、Unnamed4 の火山に波源を置いた場合が最も津波水位が大きくなる結果となっている。火山の場合、火山との位置関係・距離が重要な要素であることがわかる。



Map: Copyright OpenStreetMap contributors



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.171 代表地点における最大津波水位の比較結果 (H=30m)

2.6.2 防潮堤に対する解析

(1) 現況護岸の配置

トンガタブ島においては、首都ヌクアロファ北部の道路沿いに、沖合のコーラルリーフを超えて侵入してくる高潮や津波に対する防護として、石積みを主体にして、一部コンクリートで補強した護岸工が設置されている。

全長は約 8.2km、その区分は以下に示す 3 つの範囲に分かれている（図 2.6.172）。

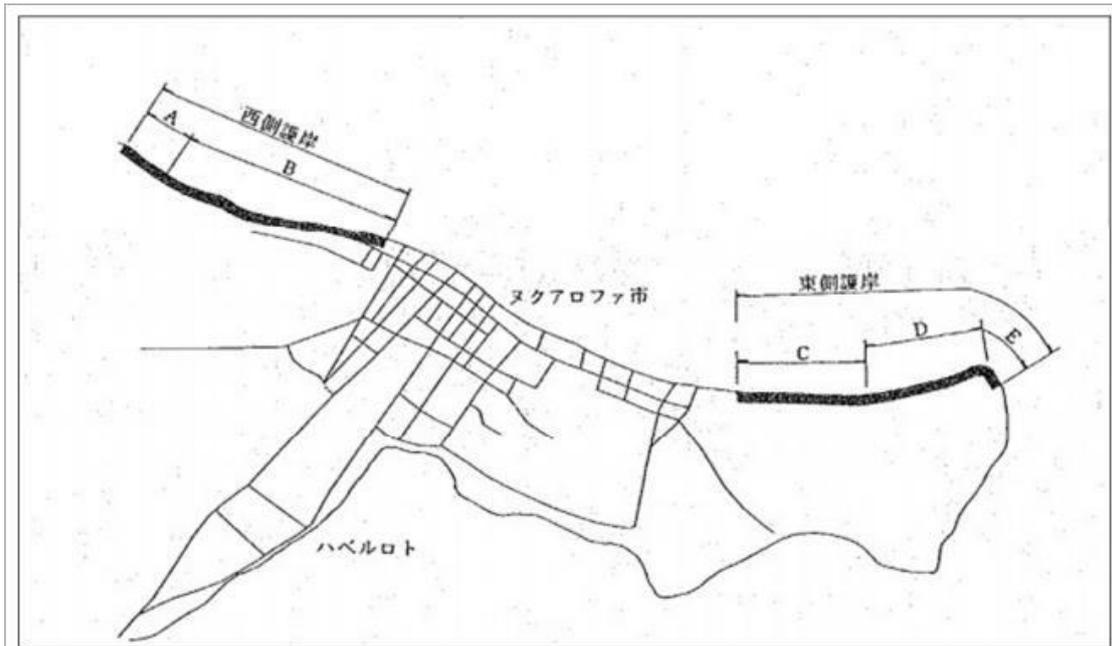
- ① 1988-89 年に 2 期に亘って施工された、日本の無償援助による石積護岸の部分で、中央の市街地部を除いて、西側に 2.7km、東側に 2.5km の範囲である。
- ② 施工された年代が不明だが、日本の無償案件実施前から存在したドイツの無償援助による護岸で、当初からの設計かどうか分からないが、現在は石積の上にコンクリート覆工を設置した構造となっている。延長は市街地中心部のブナワーフを挟んで、東西に 1km 全長は約 2km となっている。
- ③ 上記 2 つの護岸の範囲以外で既存の港湾施設背面に位置し、道路沿いに護岸設置の必要のない区域が約 1km となっている。



出典：JICA 調査団作成

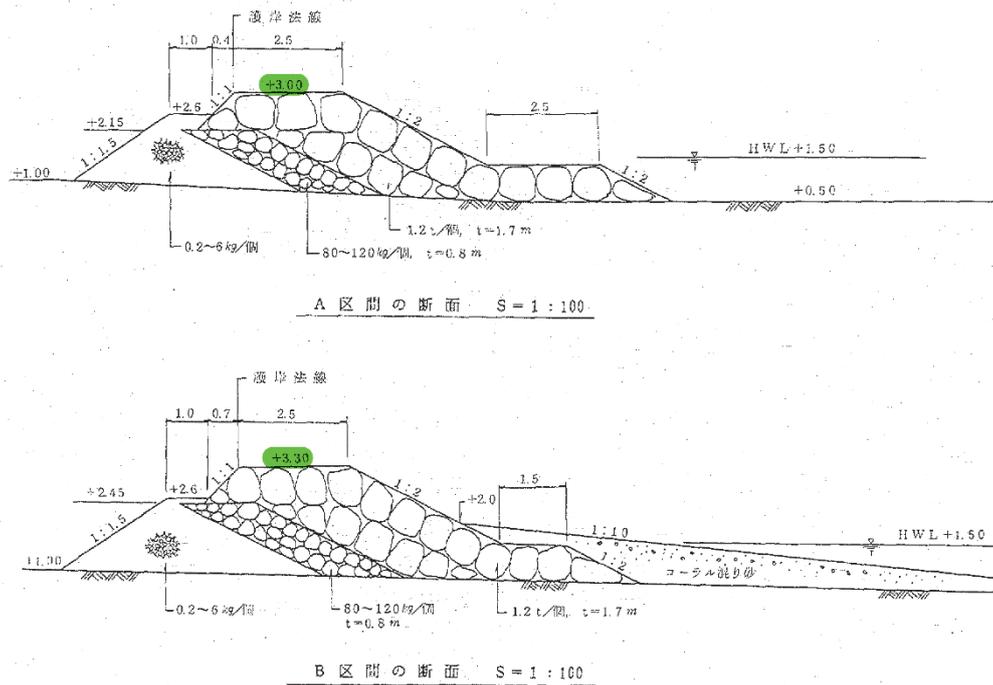
図 2.6.172 既設護岸位置図

日本無償援助による護岸の施行区分と標準断面図を以下に示す。護岸の設計天端の高さの違いによって、施工範囲を 5 つに分割しているため、A～E の標準断面図を添付する。高さの基準は D.L.と思われる。



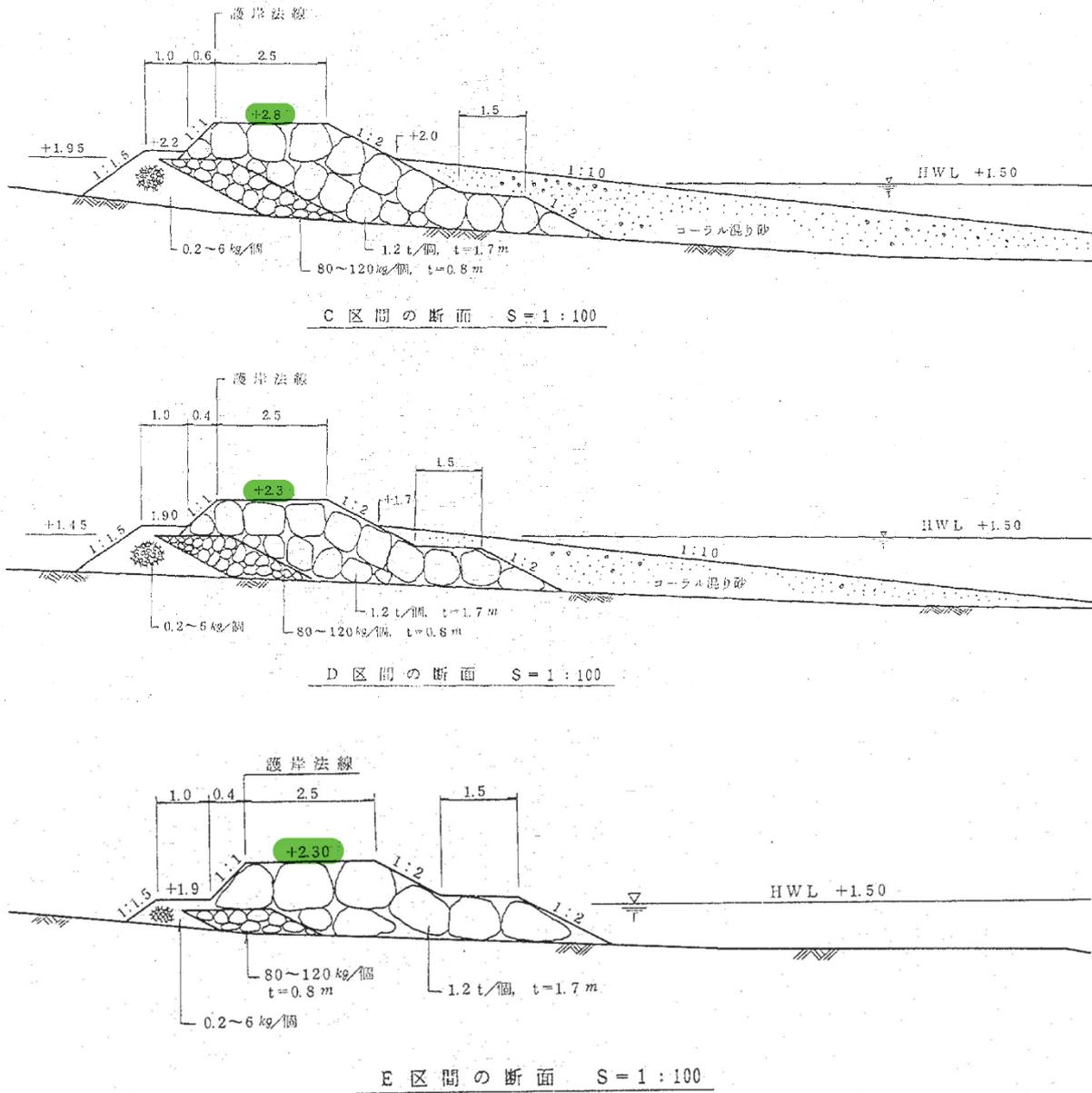
出典：トンガ王国ヌクアロファ護岸拡充計画基本設計調査報告書（昭和 63 年 2 月）

図 2.6.173 日本援助護岸の設計区分位置図



出典：トンガ王国ヌクアロファ護岸拡充計画基本設計調査報告書（昭和 63 年 2 月）

図 2.6.174 日本援助護岸の標準断面図（A 区間、B 区間）

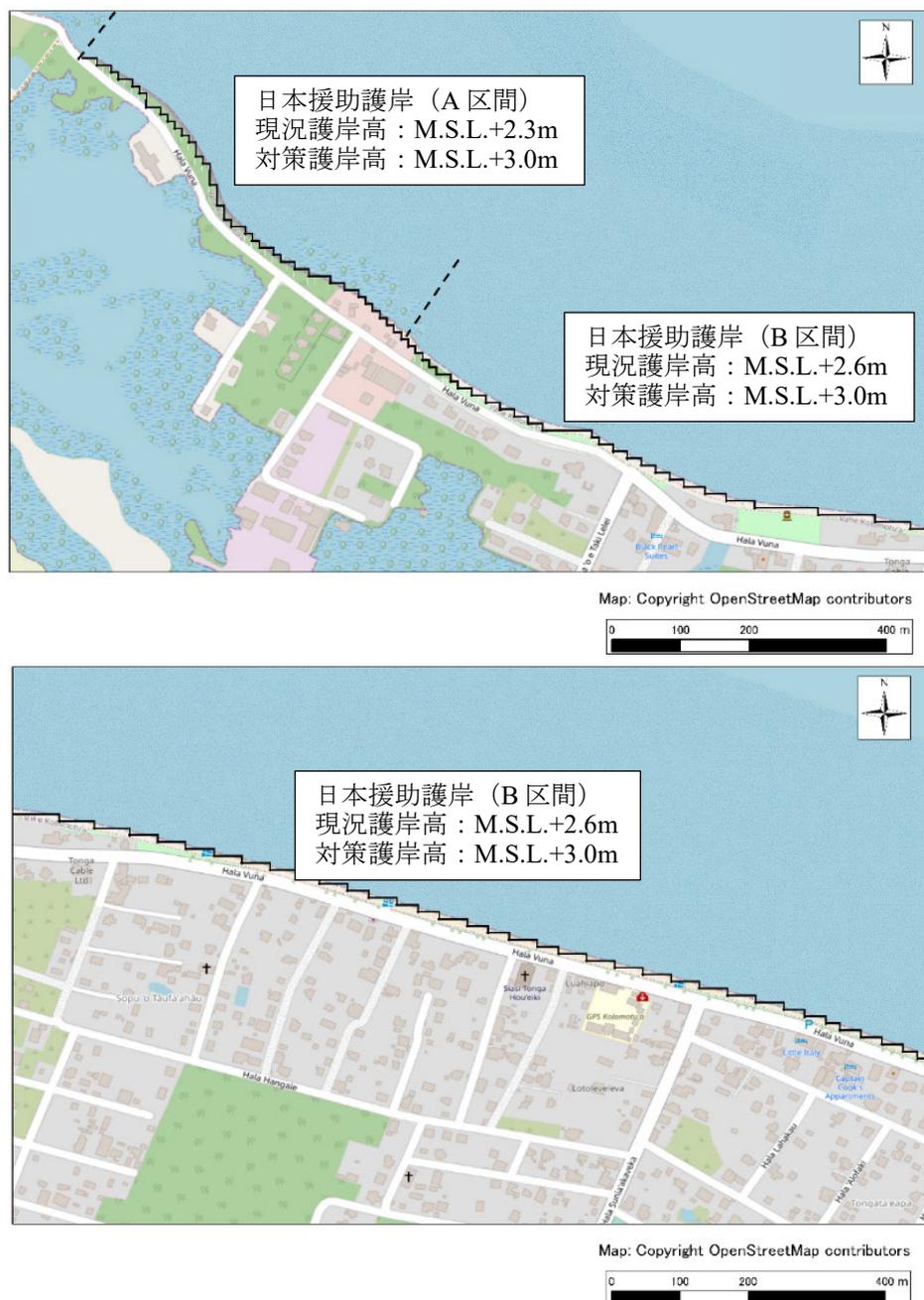


出典：トンガ王国ヌクアロファ護岸拡充計画基本設計調査報告書（昭和 63 年 2 月）

図 2.6.175 日本援助護岸の標準断面図（C 区間、D 区間、E 区間）

(2) 防潮堤配置の設定

レベル 1 規模の火山性津波を対象に防潮堤を設置した場合の津波解析を実施するに当たって、防潮堤配置及び高さを設定した。図 2.6.176～図 2.6.178 に防潮堤法線と天端高を示す。配置については、現況護岸と同様の位置とした。また、防潮堤高さについては、現況護岸高さから約 1m 程度嵩上げた高さとして 3.0m とした。なお、火山性津波については、1m 嵩上げた場合でも大きな効果浸水防止効果が確認できなかったことから、4.0m の場合も検討した。



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.176 防潮堤配置の設定 (1)

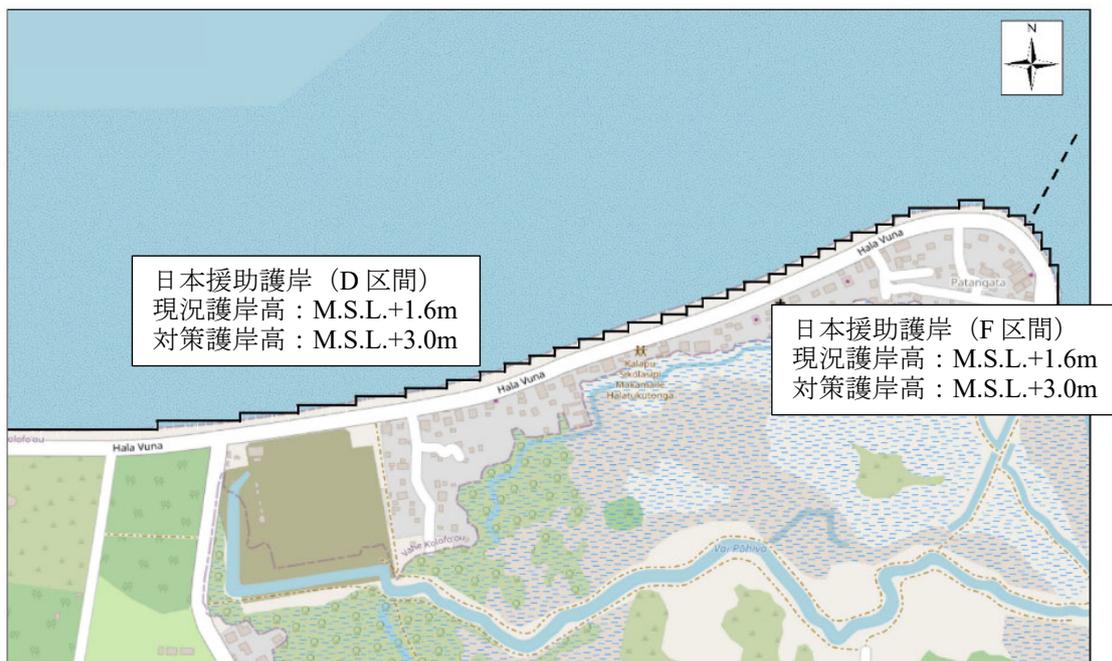
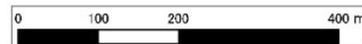


出典：JICA 調査団作成

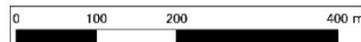
図 2.6.177 防潮堤配置の設定 (2)



Map: Copyright OpenStreetMap contributors



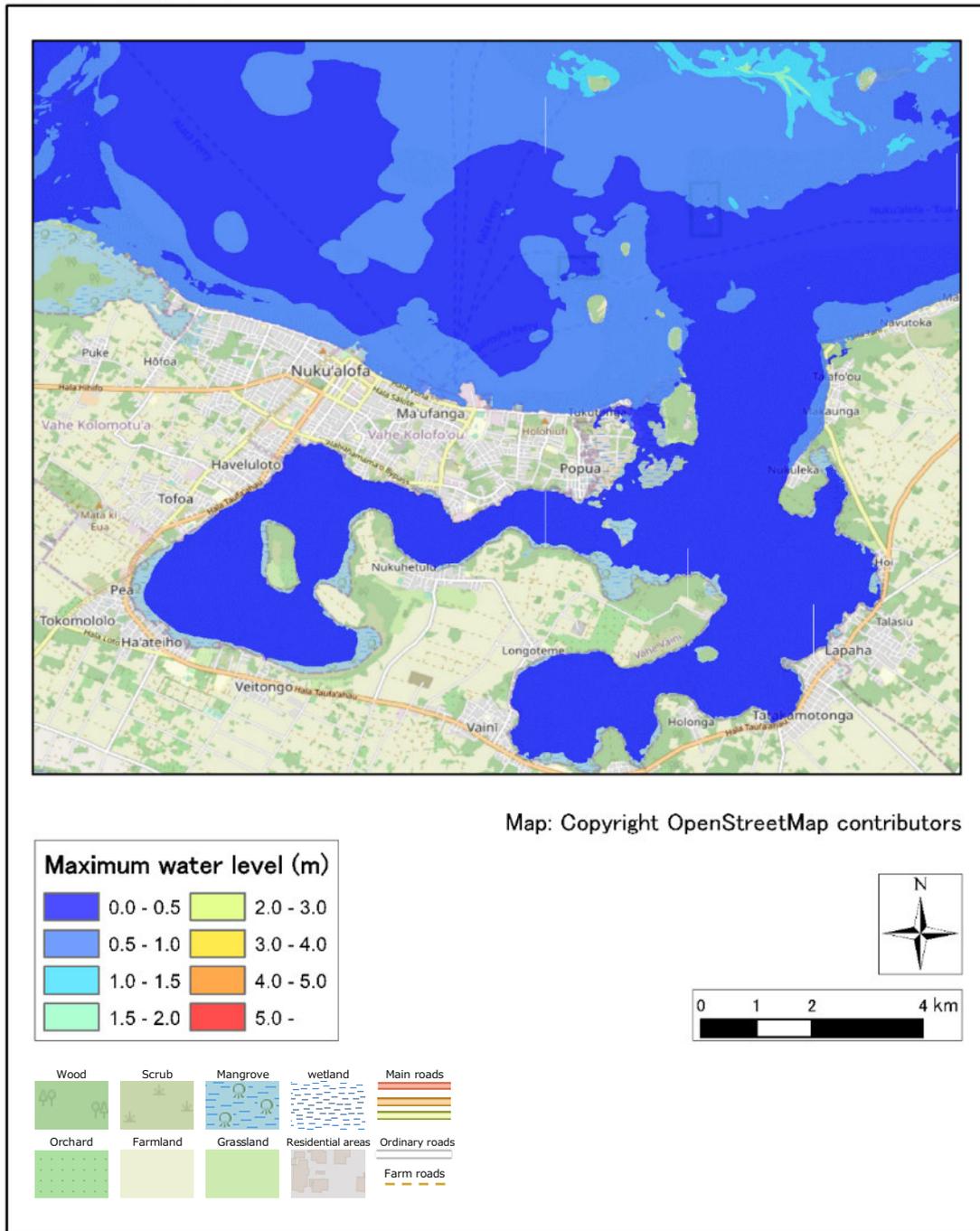
Map: Copyright OpenStreetMap contributors



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.178 防潮堤配置の設定 (3)

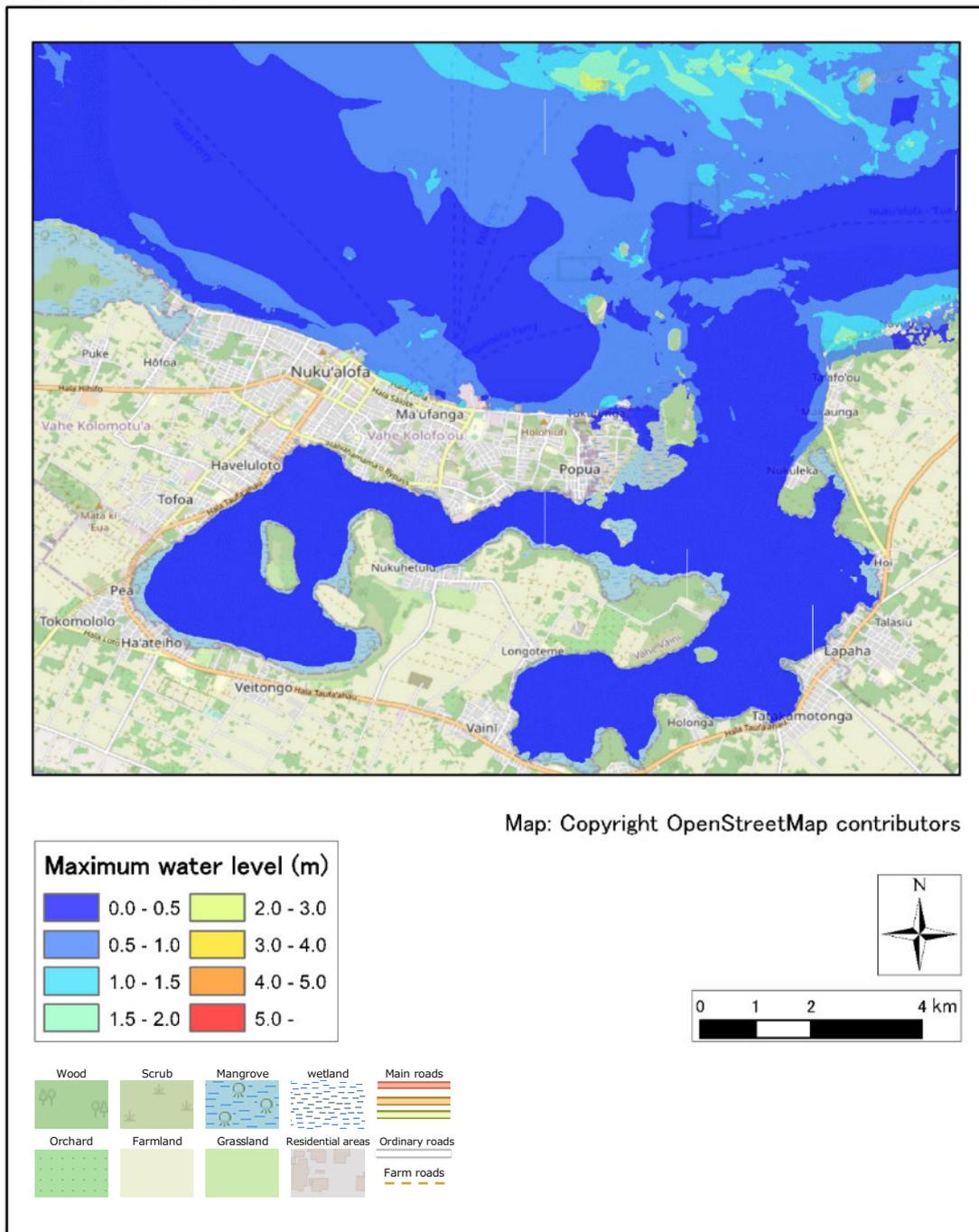
CASE: Volc1-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.180 最大水位分布図 (Unnamed1, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

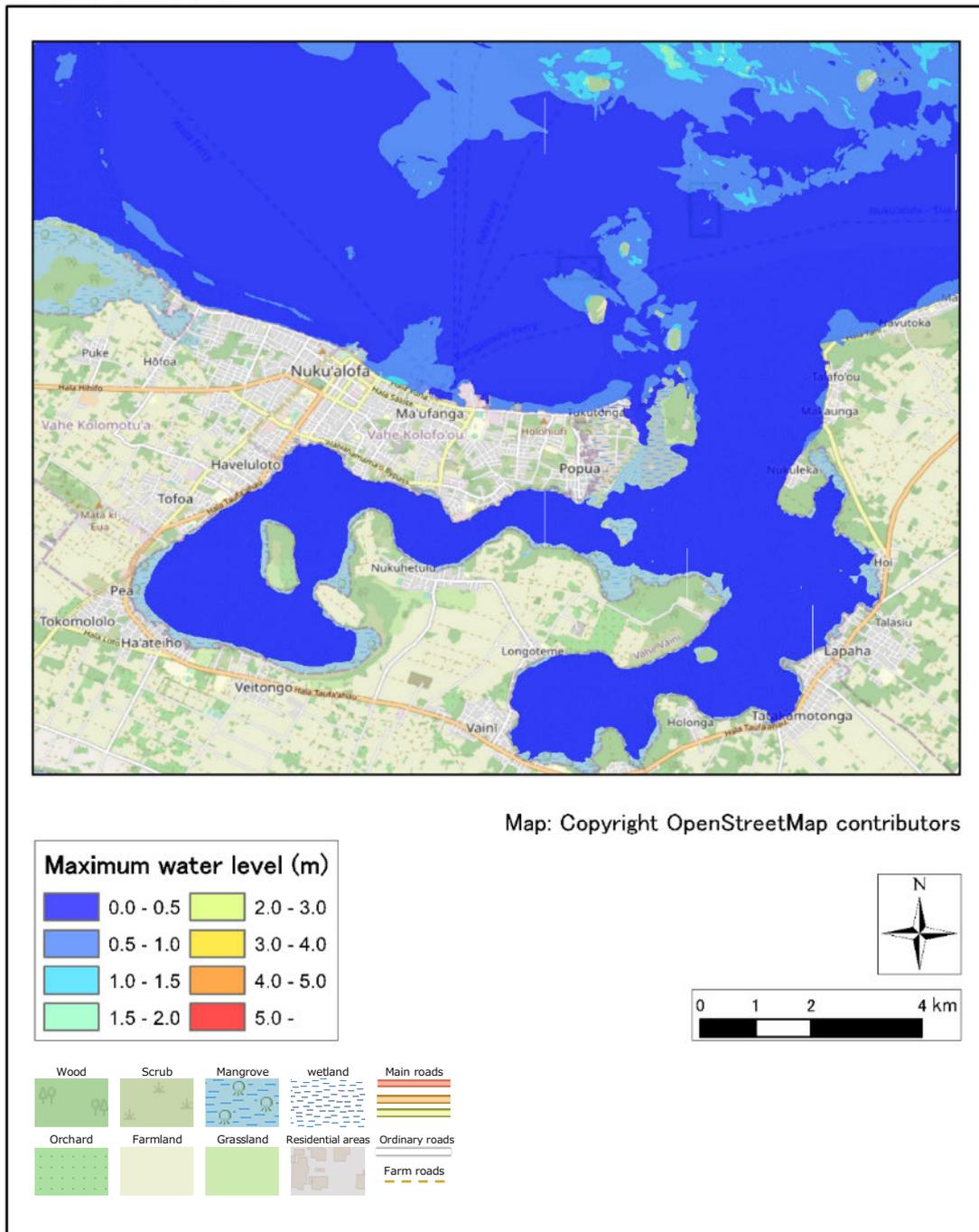
CASE: Volc2-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.181 最大水位分布図 (HomeReef, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

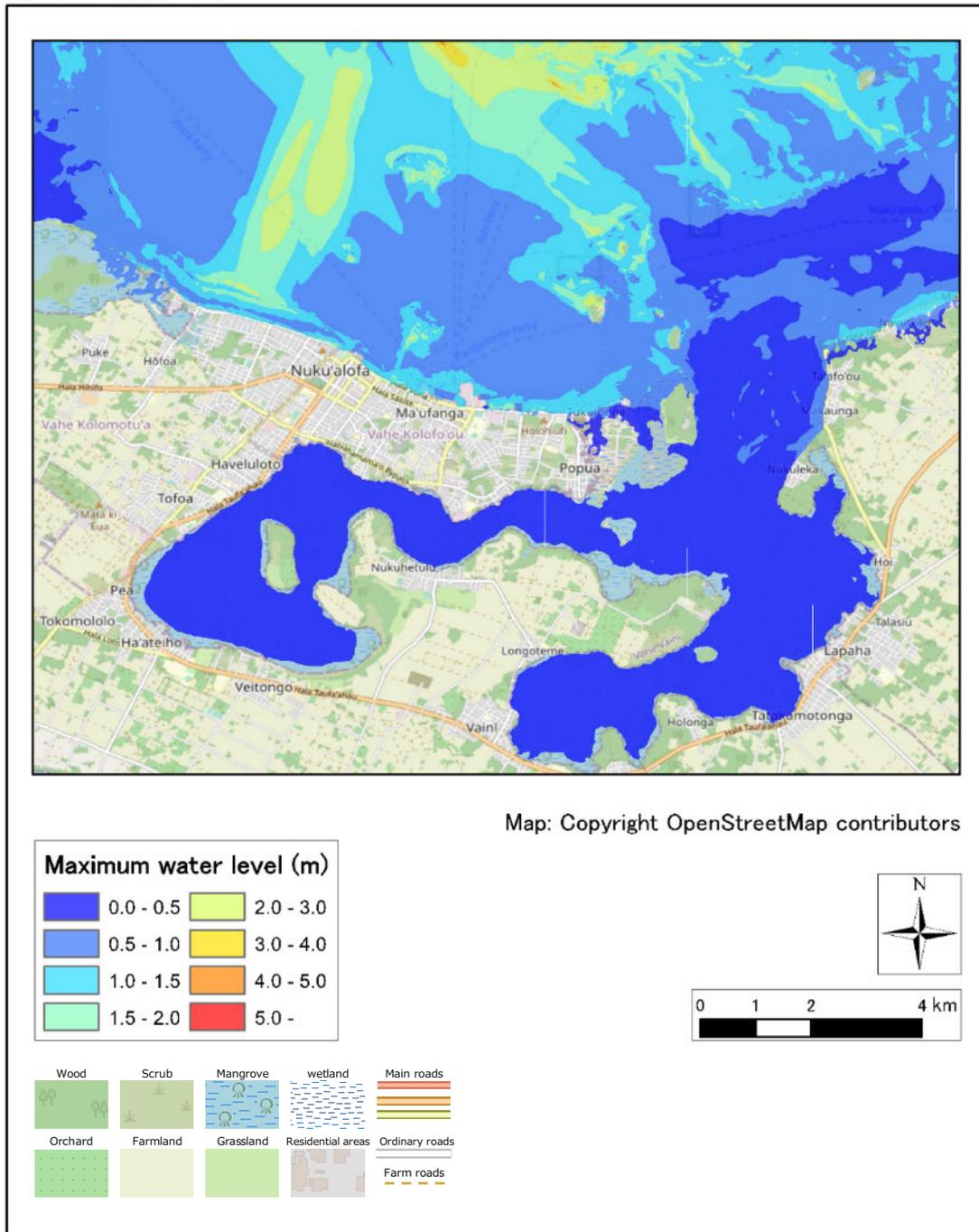
CASE: Volc3-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.182 最大水位分布図 (Lateiki, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

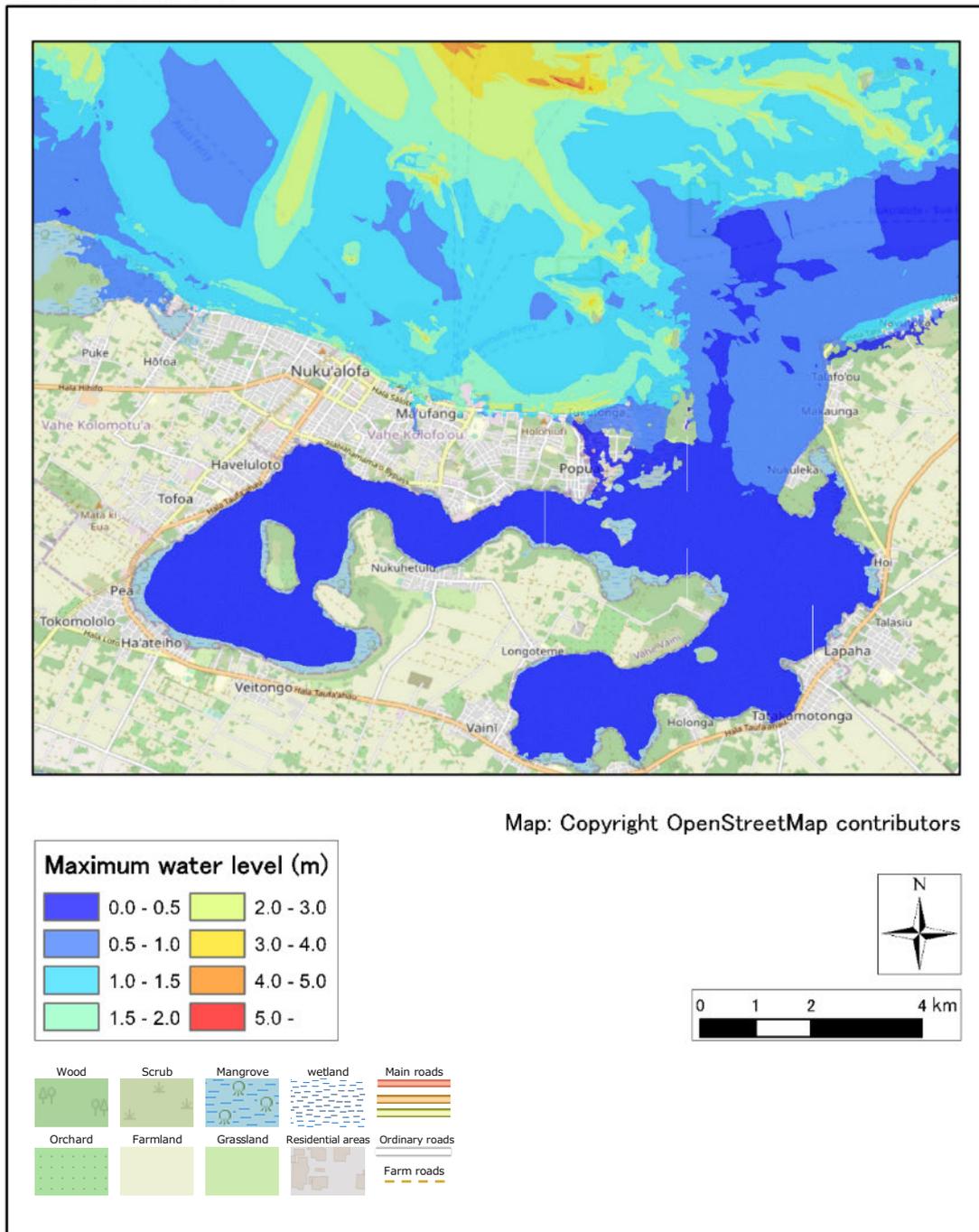
CASE: Volc4-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.183 最大水位分布図 (Fonuafo'ou H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

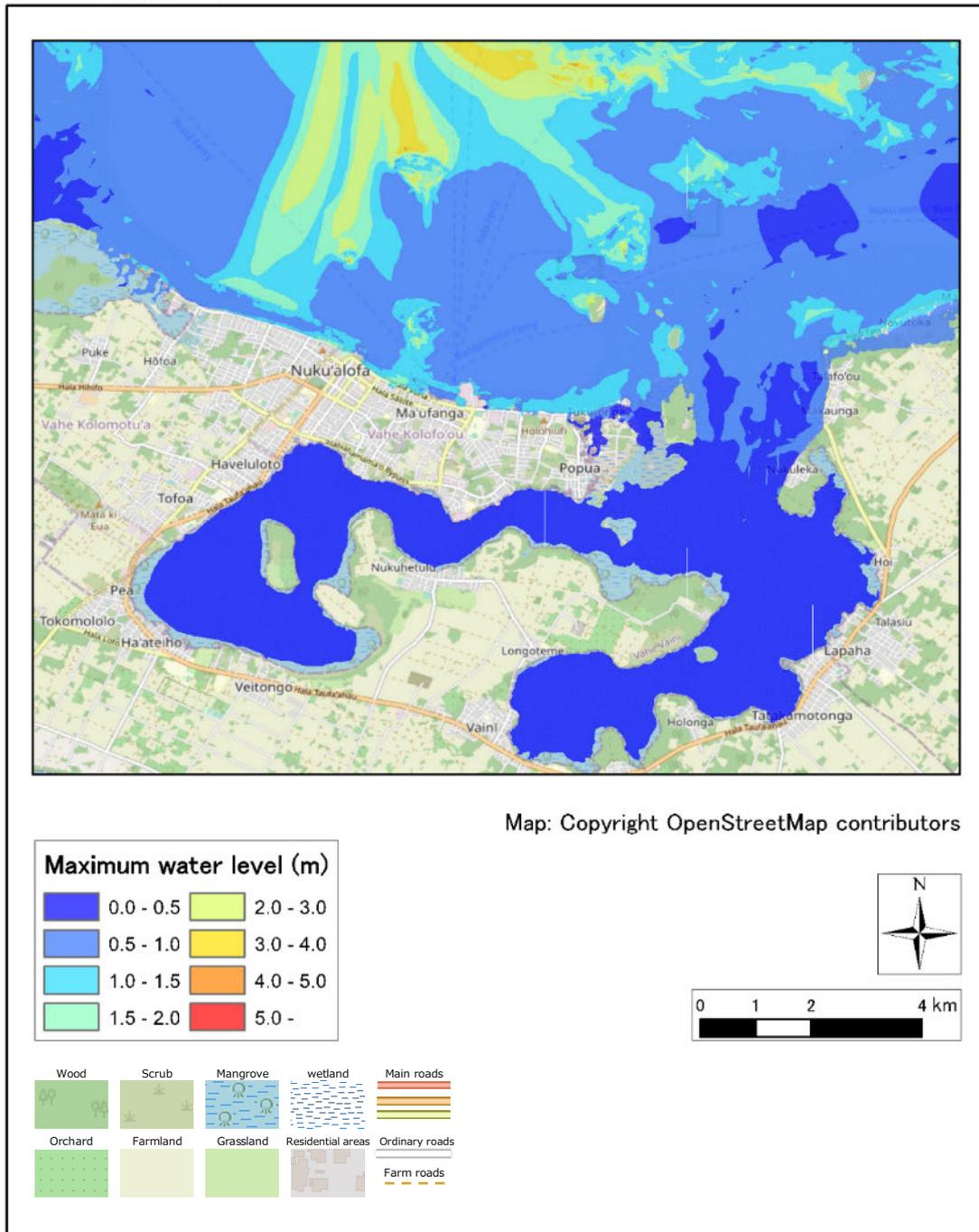
CASE: Volc5-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.184 最大水位分布図 (Unnamed2, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

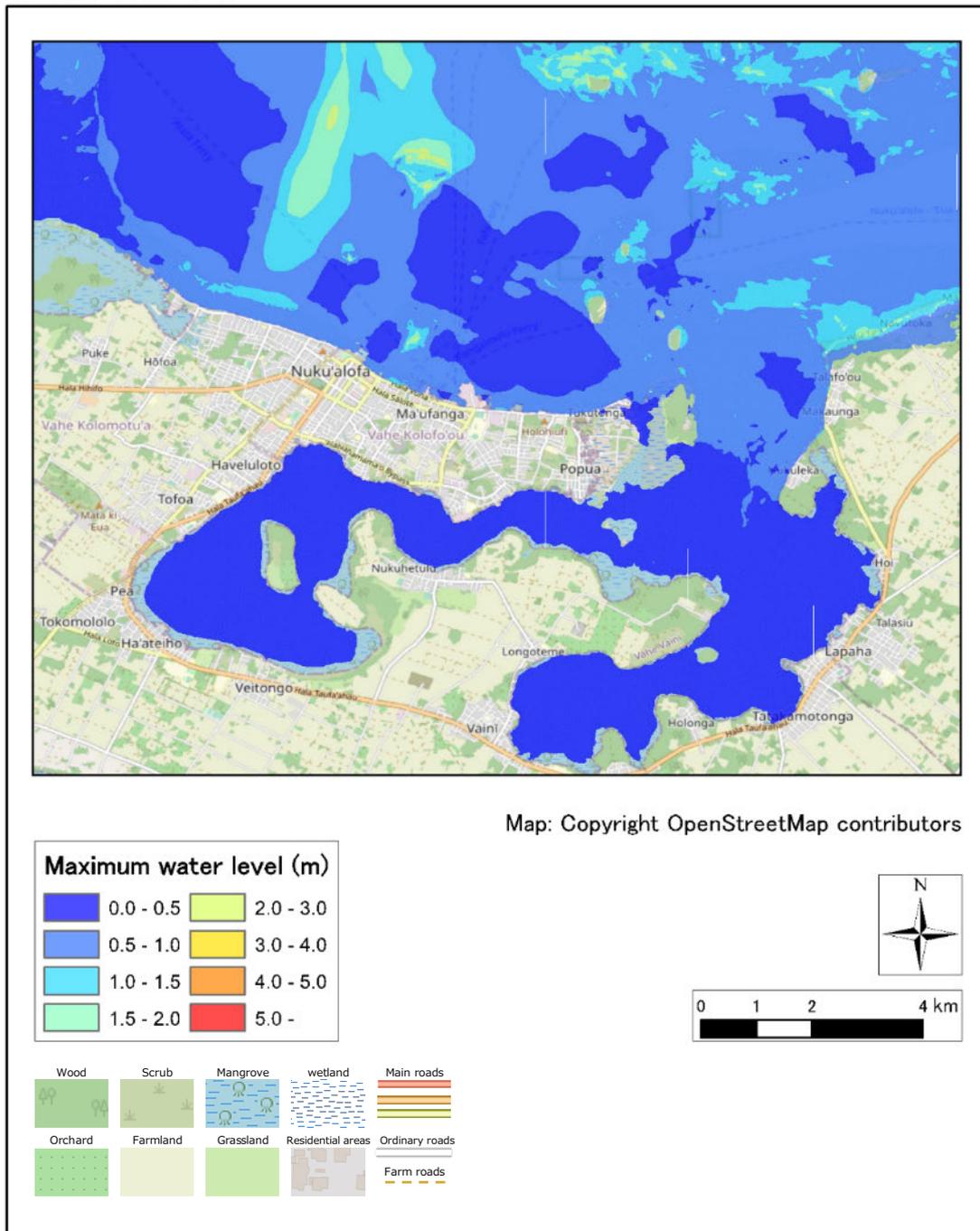
CASE: Volc6-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.185 最大水位分布図 (Unnamed3, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

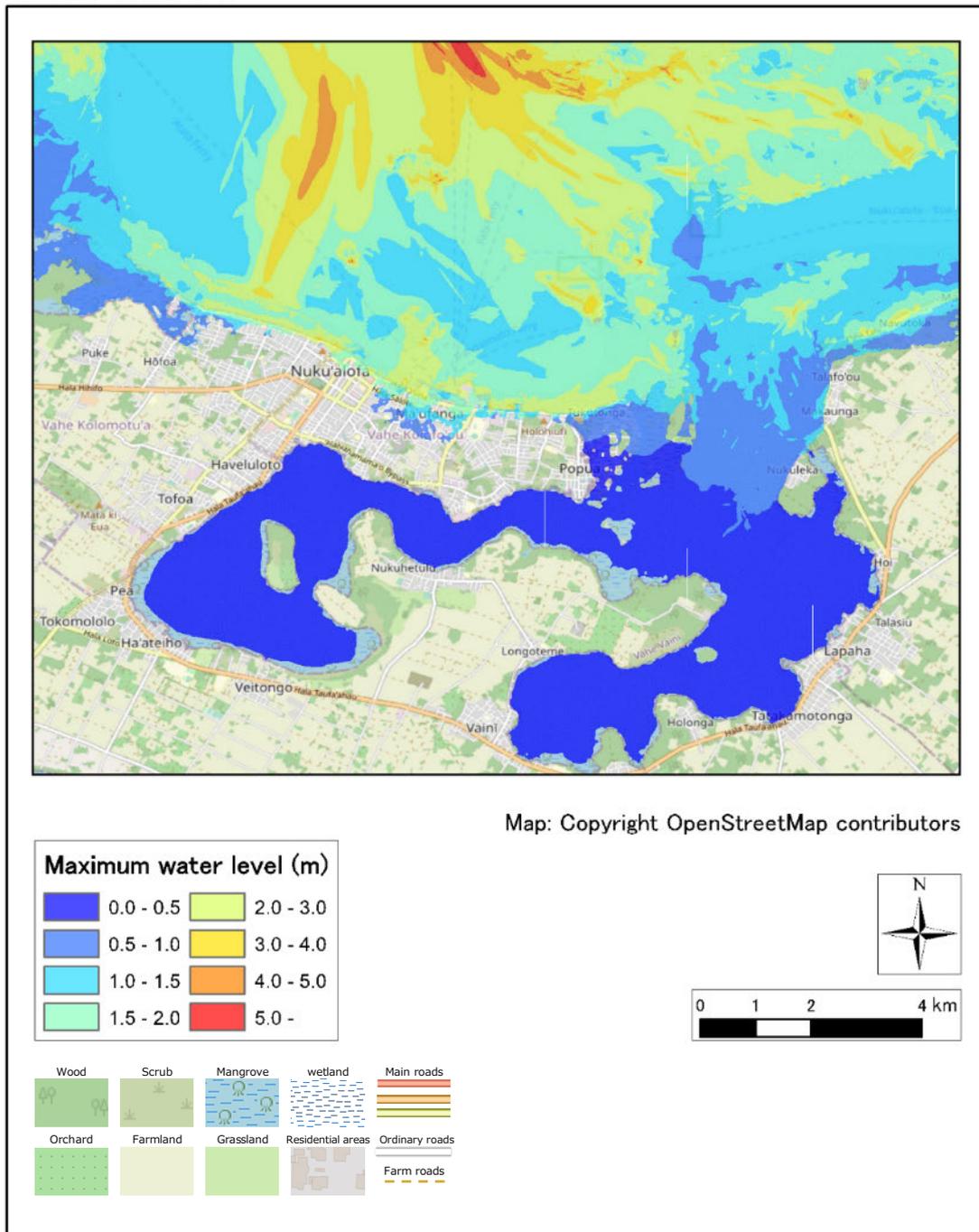
CASE: Volc7-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.186 最大水位分布図 (Unnamed4, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

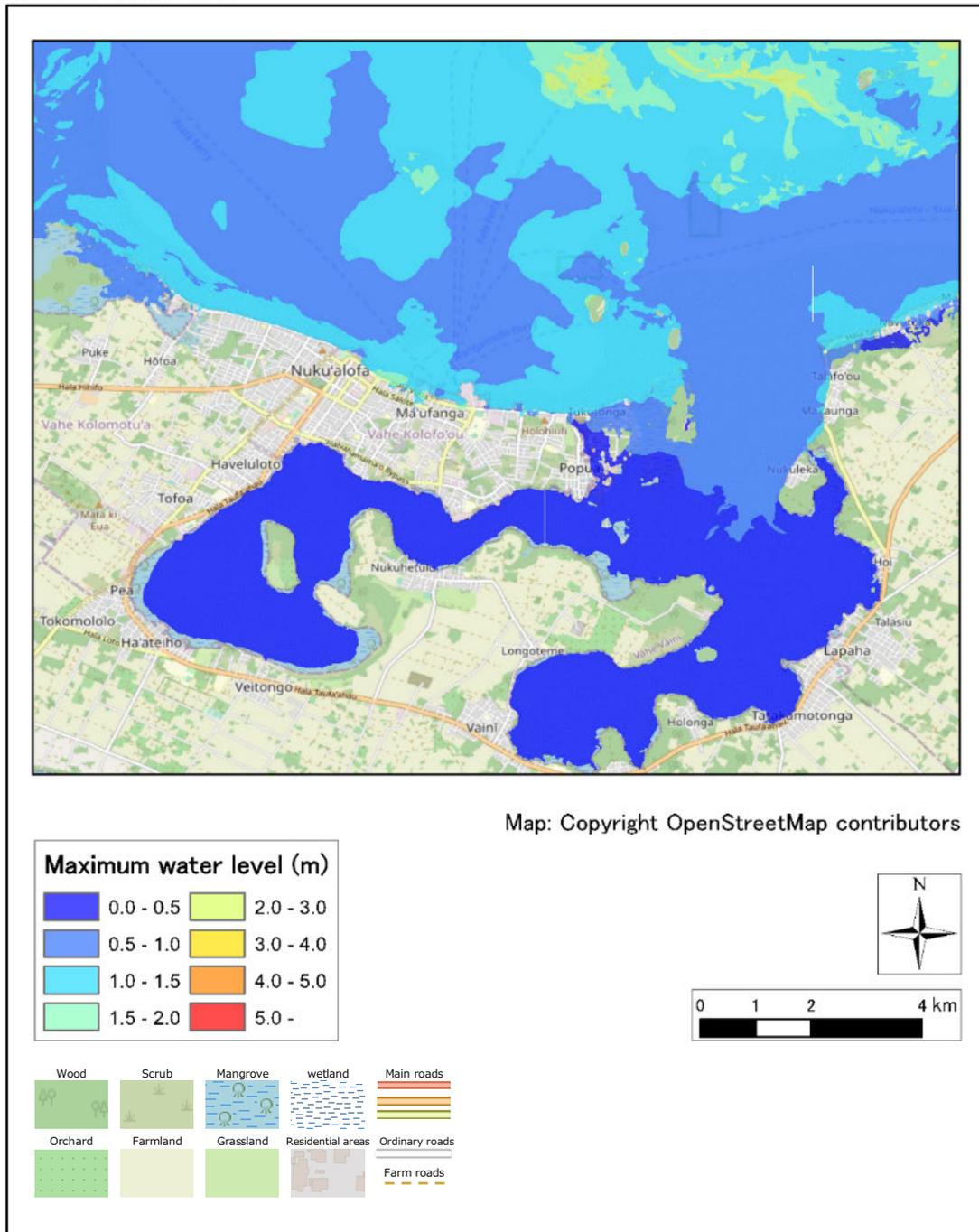
CASE: Volc0-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.187 最大水位分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha'pai, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

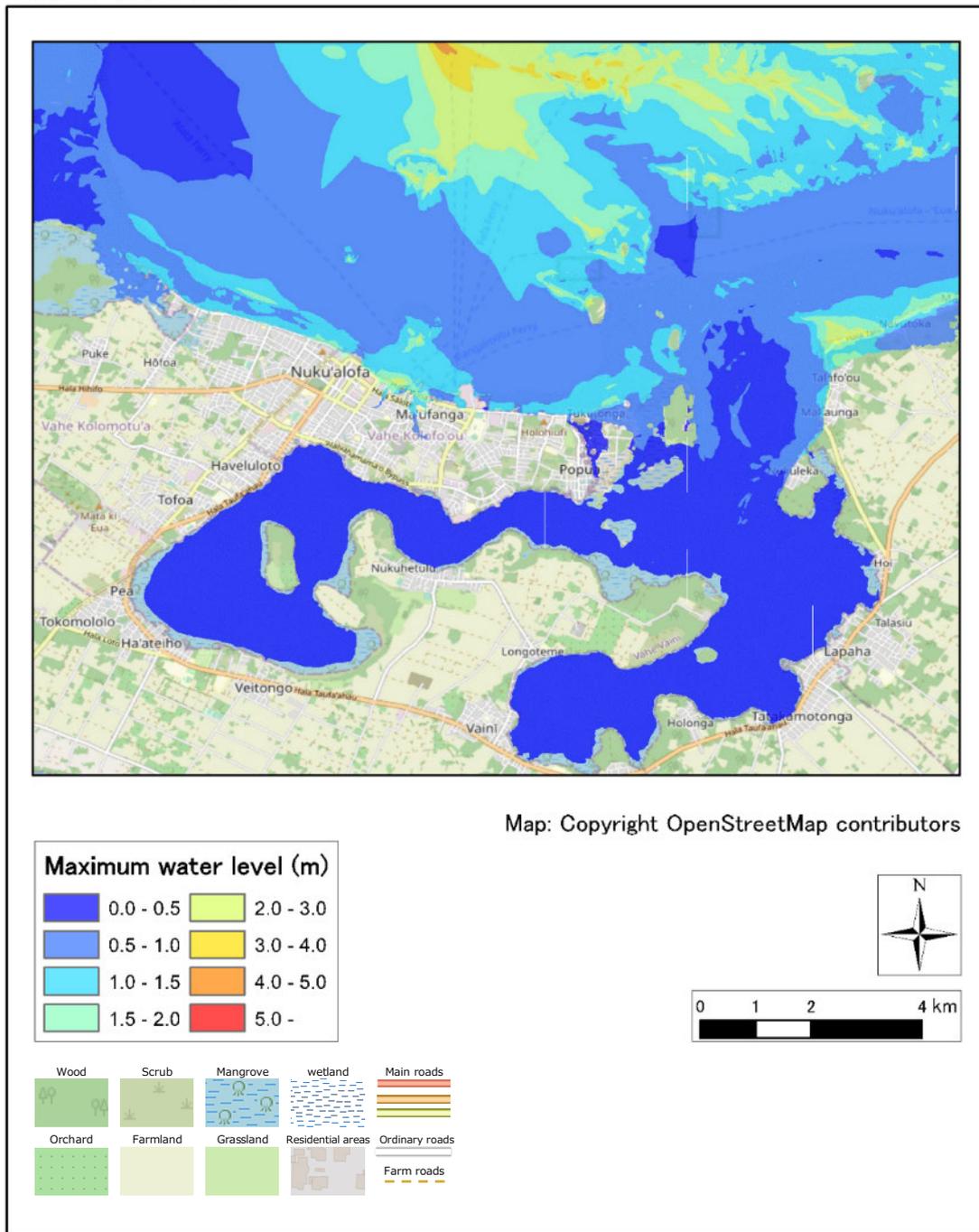
CASE: Volc1-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.188 最大水位分布図 (Unnamed1, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

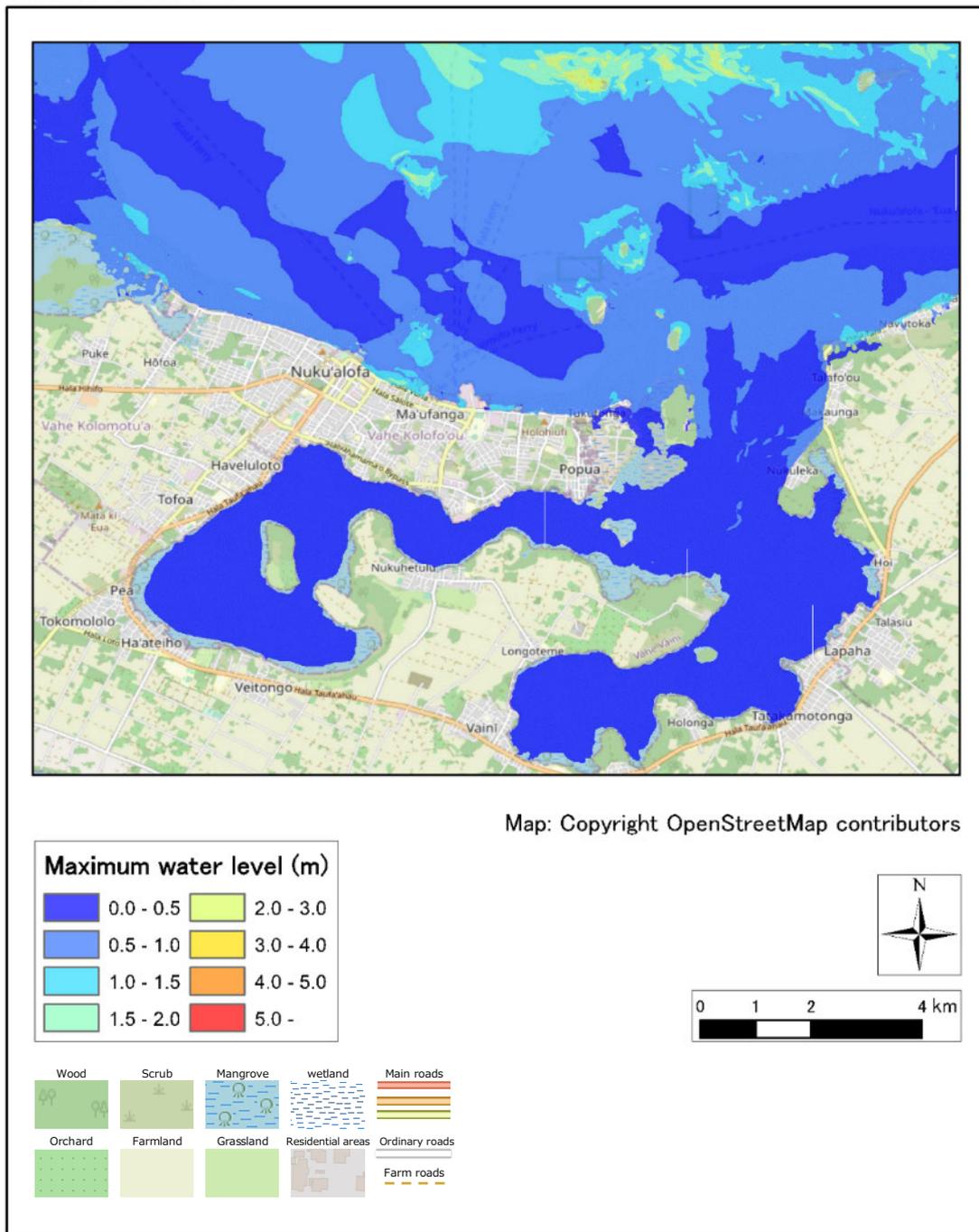
CASE: Volc2-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.189 最大水位分布図 (HomeReef, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

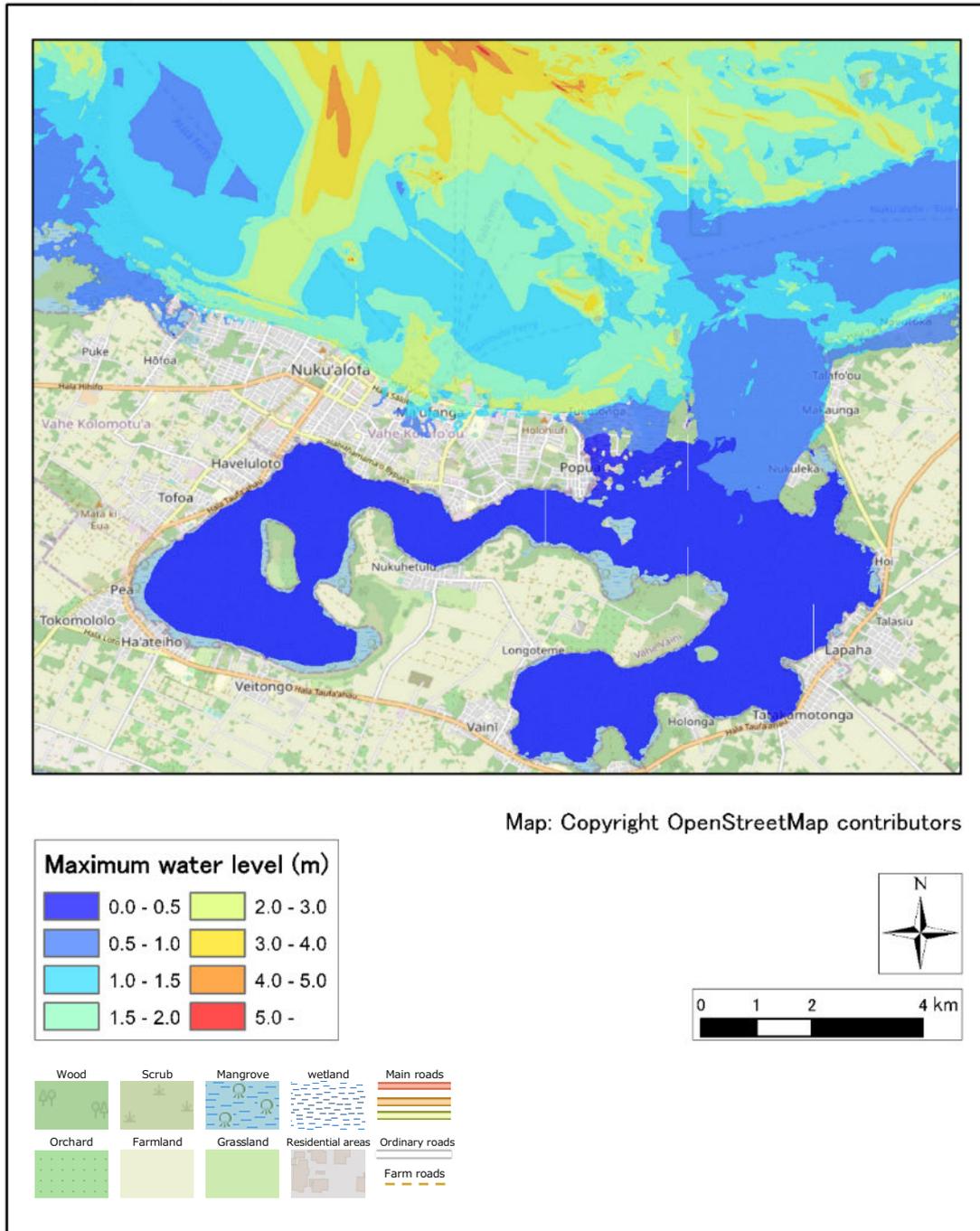
CASE: Volc3-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.190 最大水位分布図 (Lateiki, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

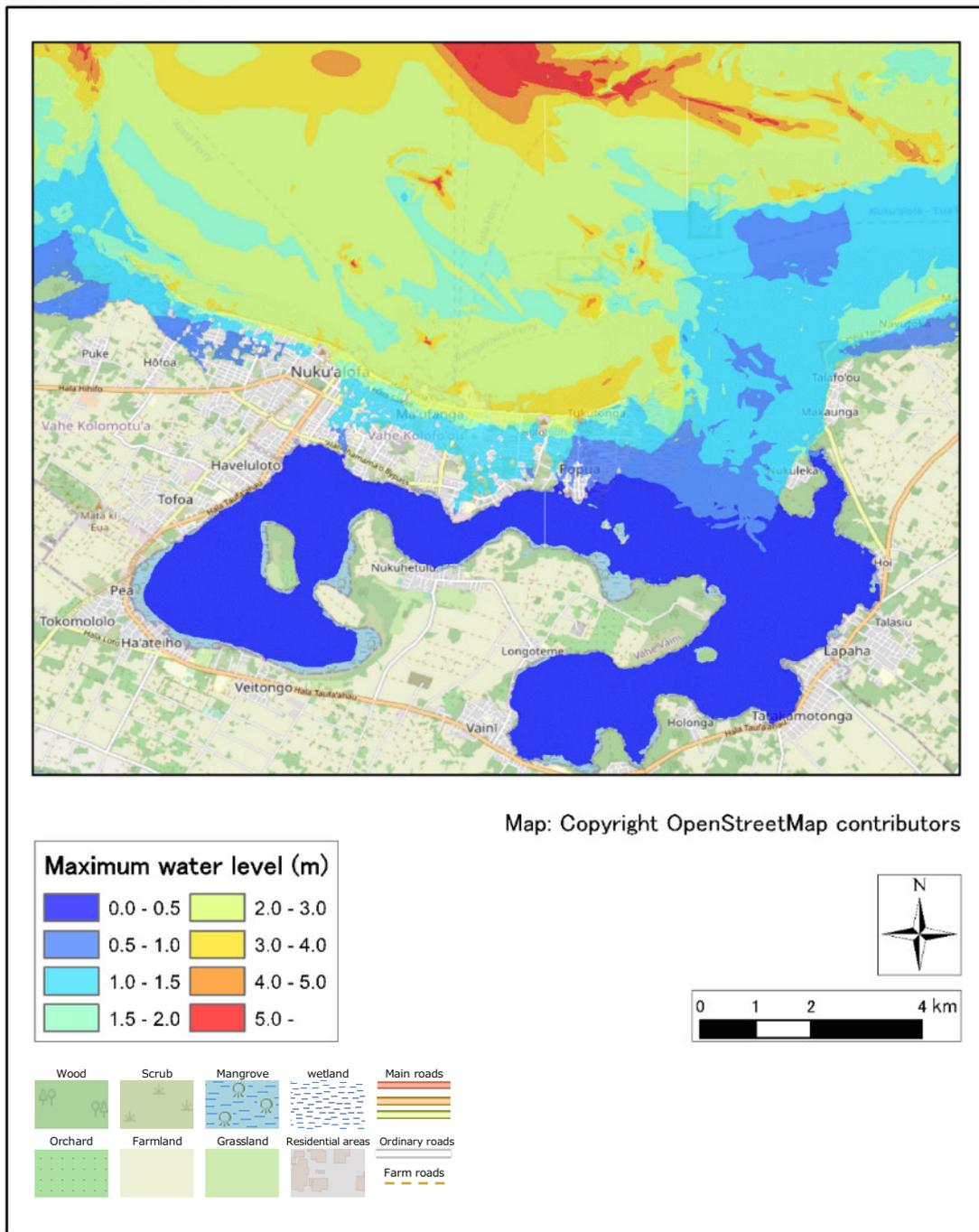
CASE: Volc4-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.191 最大水位分布図 (Fonoafo'ou, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

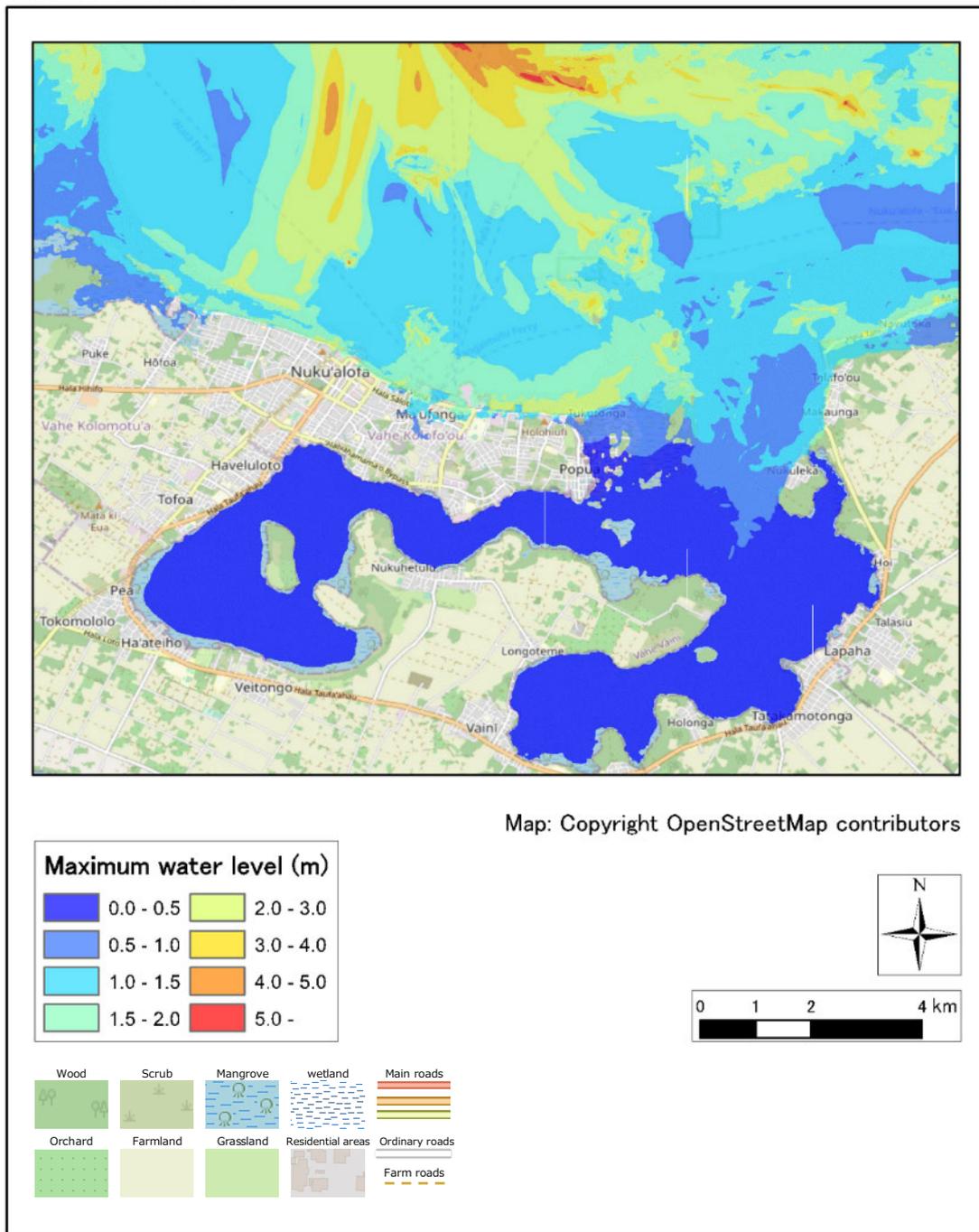
CASE: Volc5-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.192 最大水位分布図 (Unnamed2, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

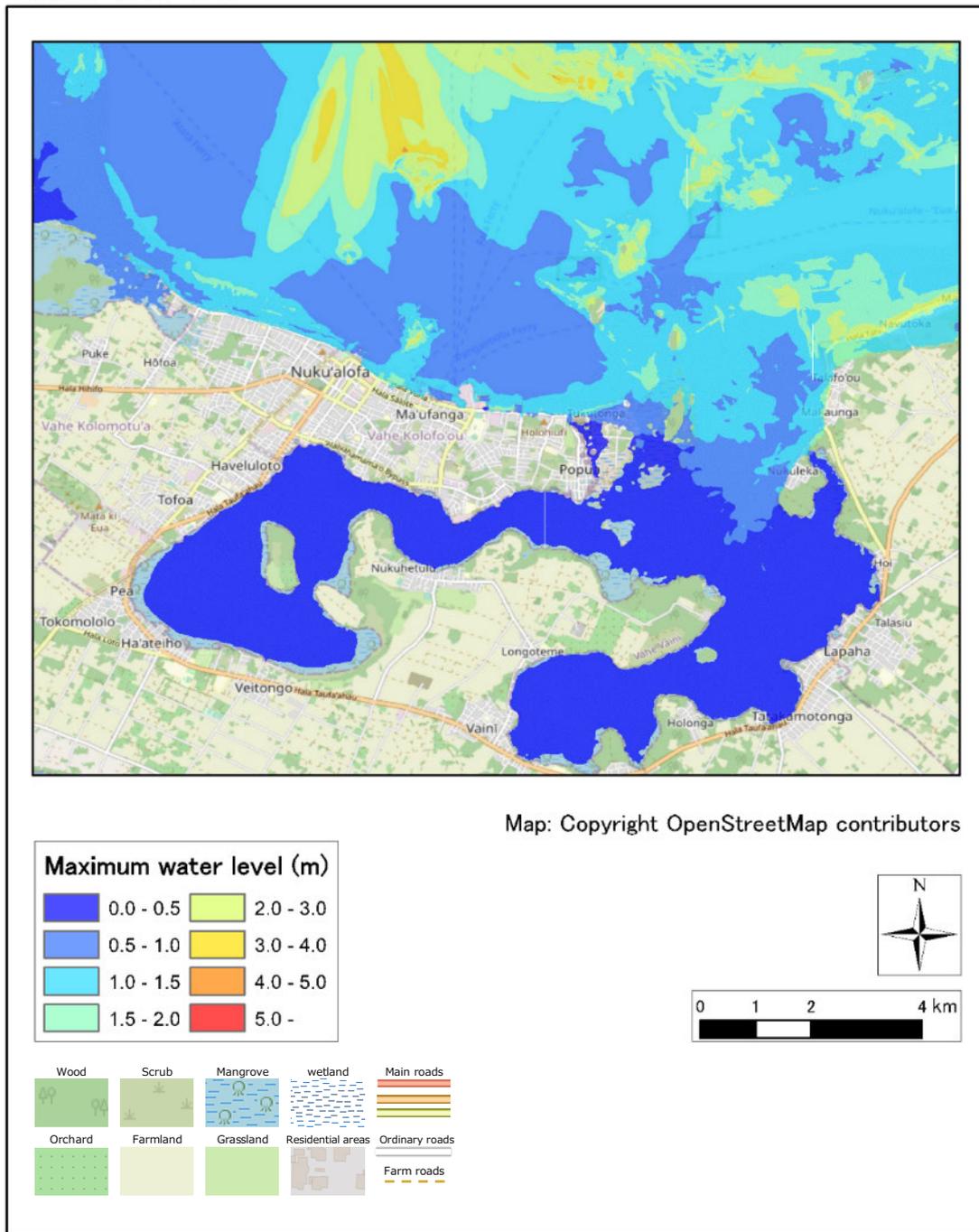
CASE: Volc6-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.193 最大水位分布図 (Unnamed3, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

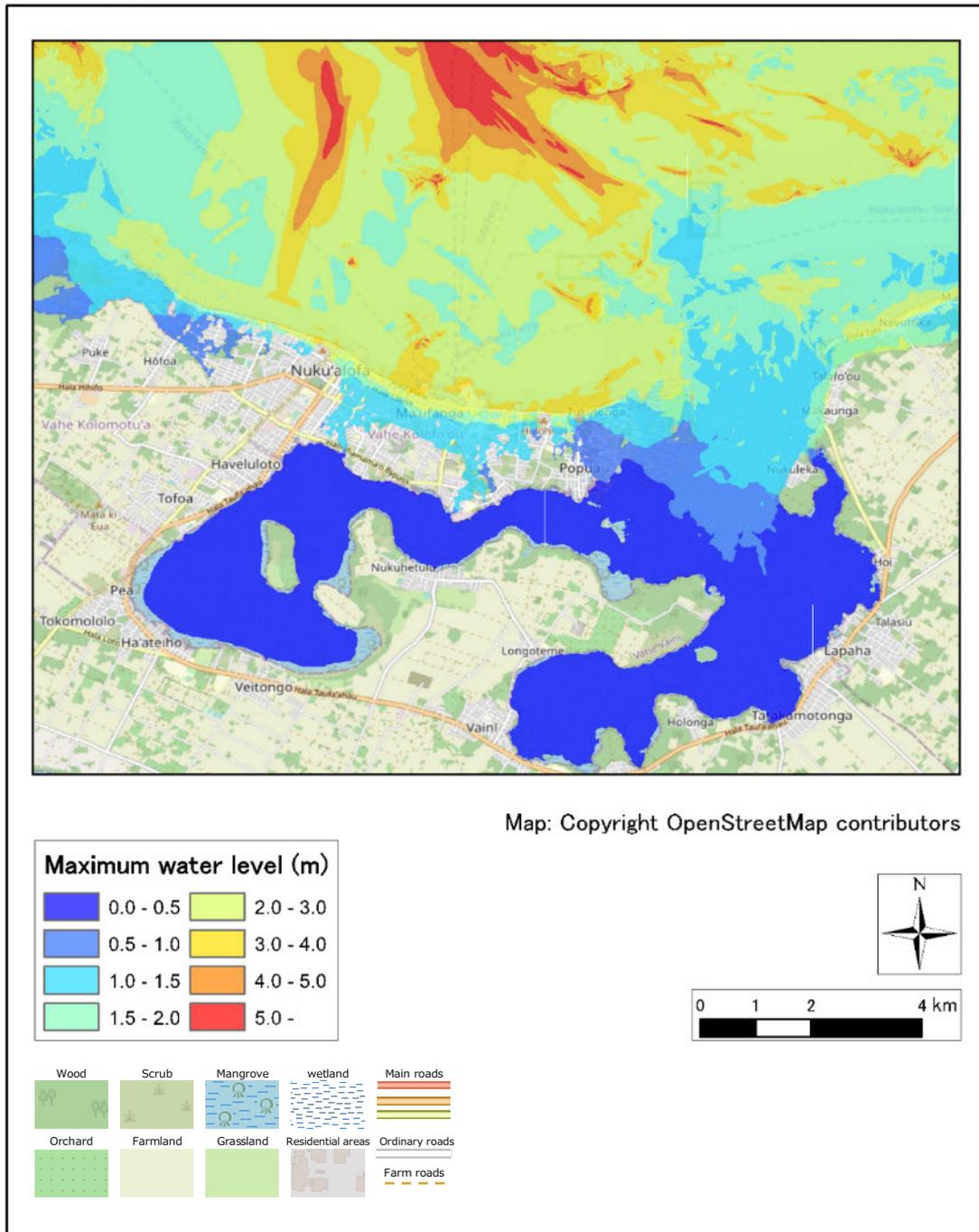
CASE: Volc7-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.194 最大水位分布図 (Unnamed4, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

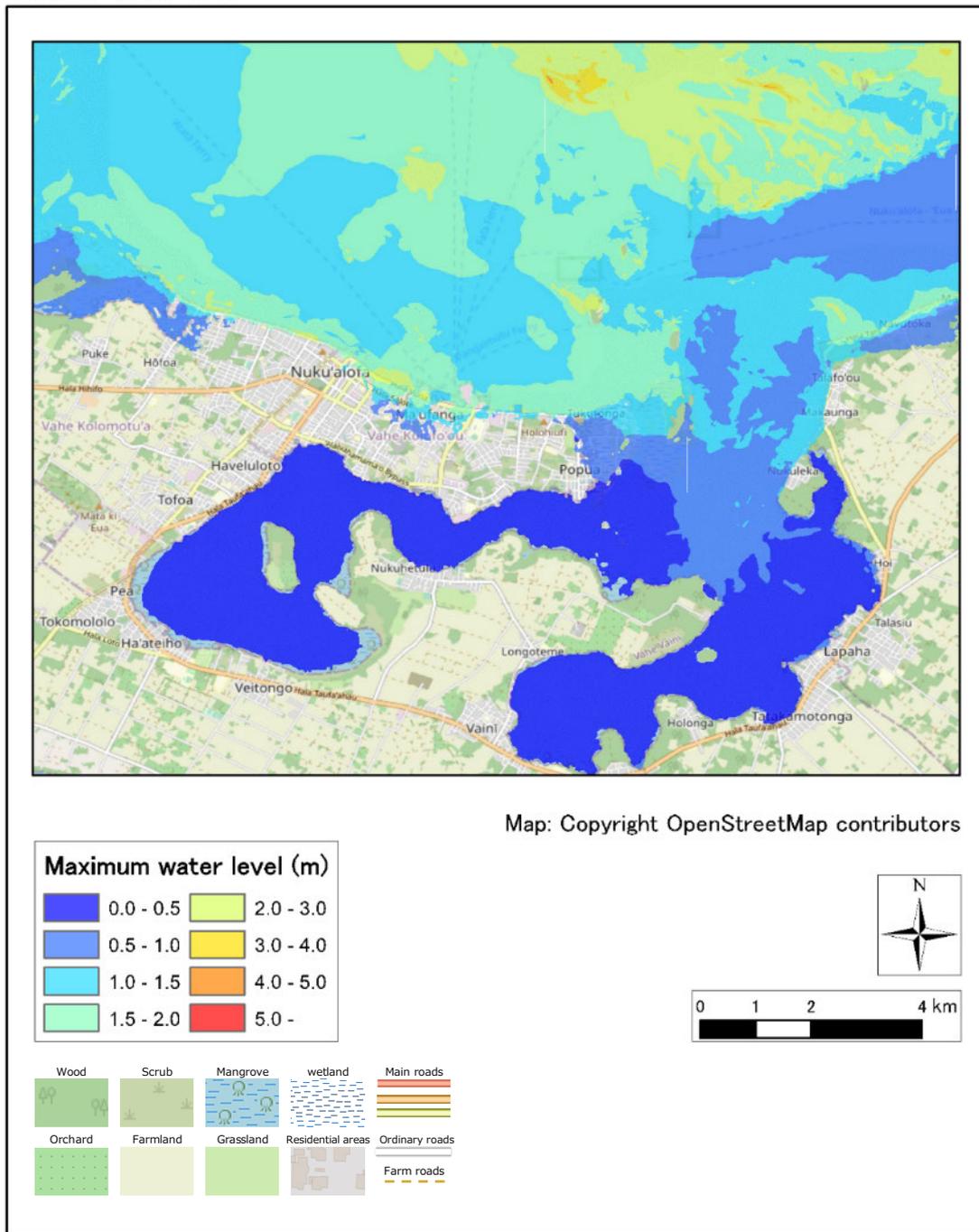
CASE: Volc0-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.195 最大水位分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha'pai, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

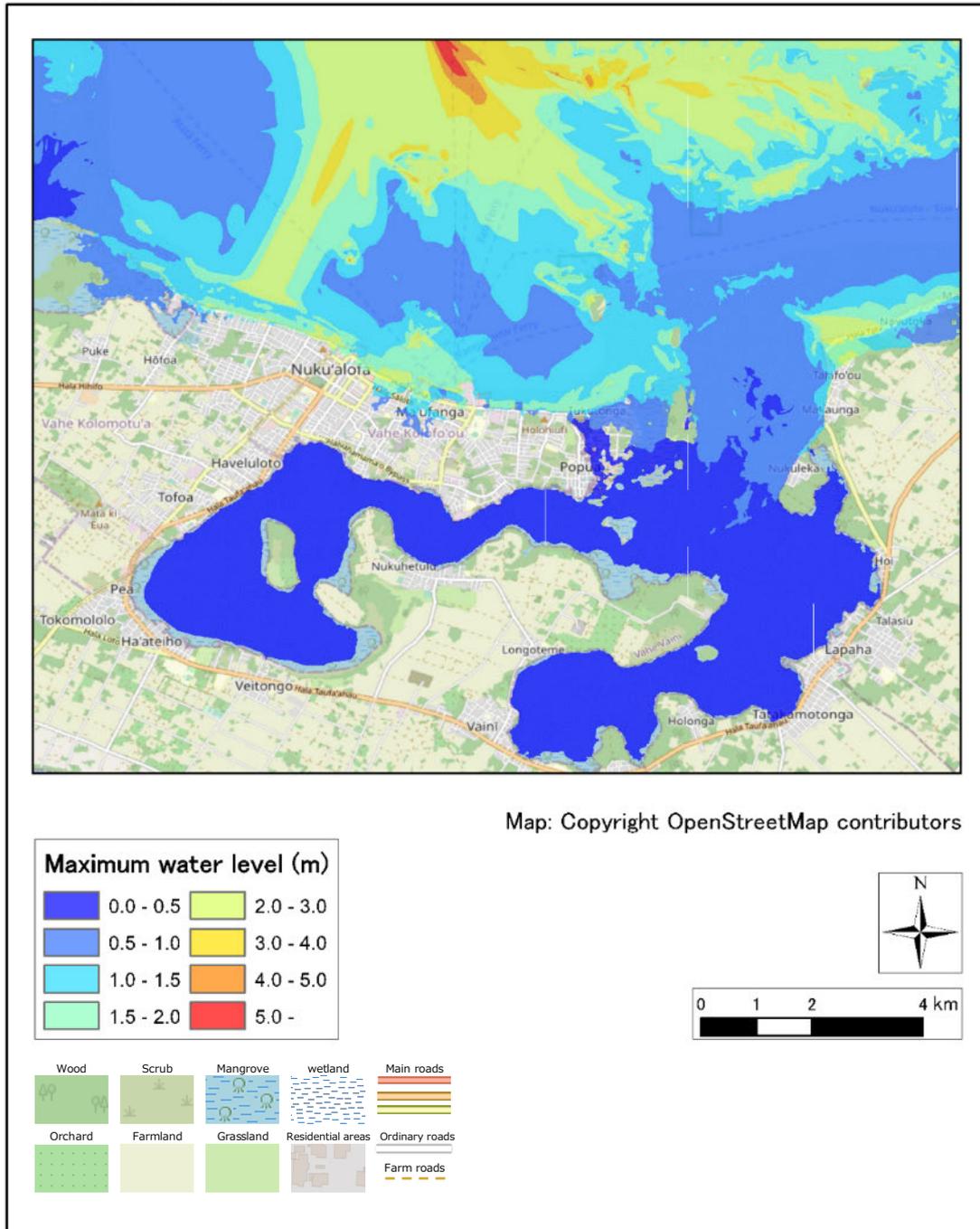
CASE: Volc1-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.196 最大水位分布図 (Unnamed1, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

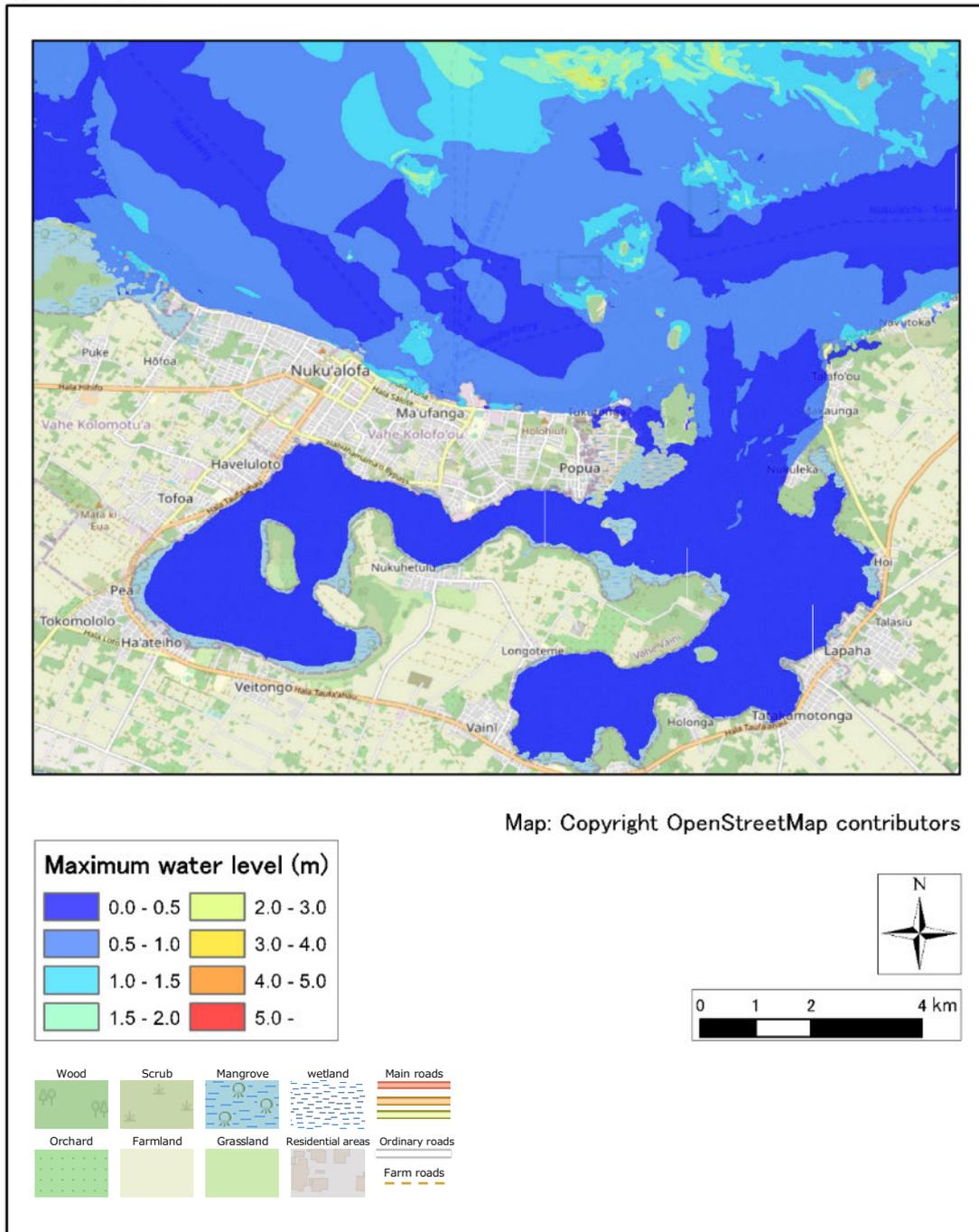
CASE: Volc2-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.197 最大水位分布図 (HomeReef, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

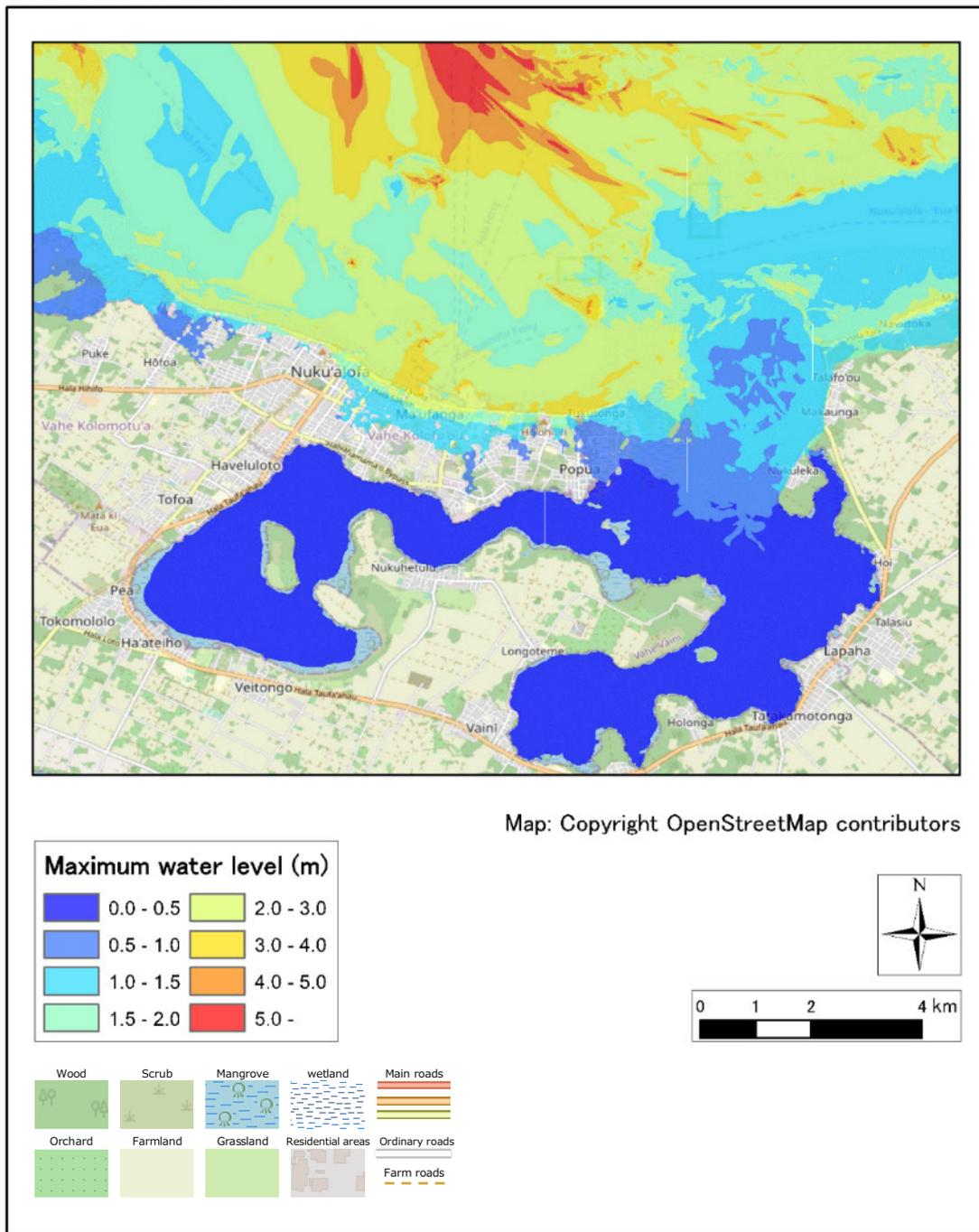
CASE: Volc3-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.198 最大水位分布図 (Lateiki, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

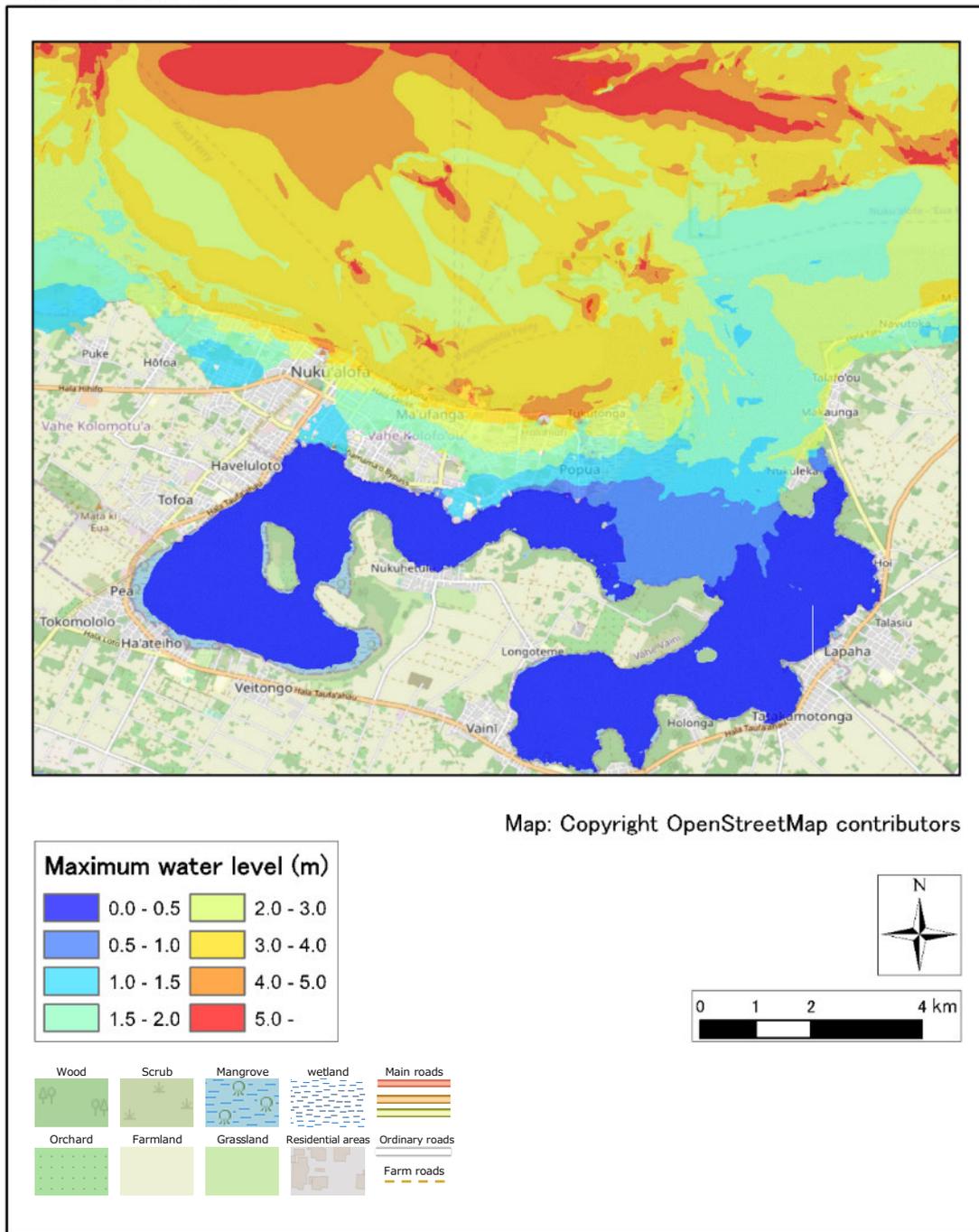
CASE: Volc4-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.199 最大水位分布図 (Fonoafo'ou, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

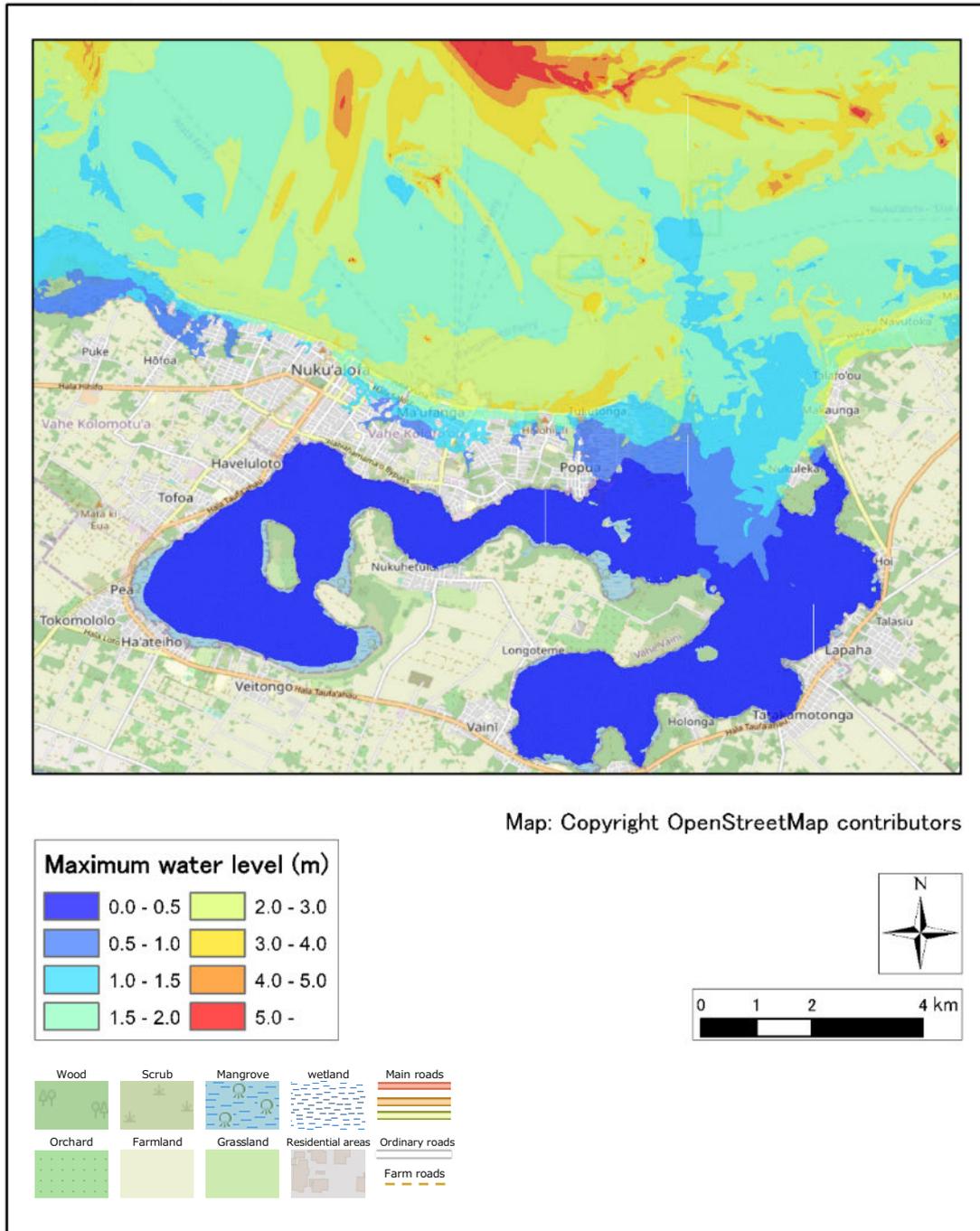
CASE: Volc5-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.200 最大水位分布図 (Unnamed2, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

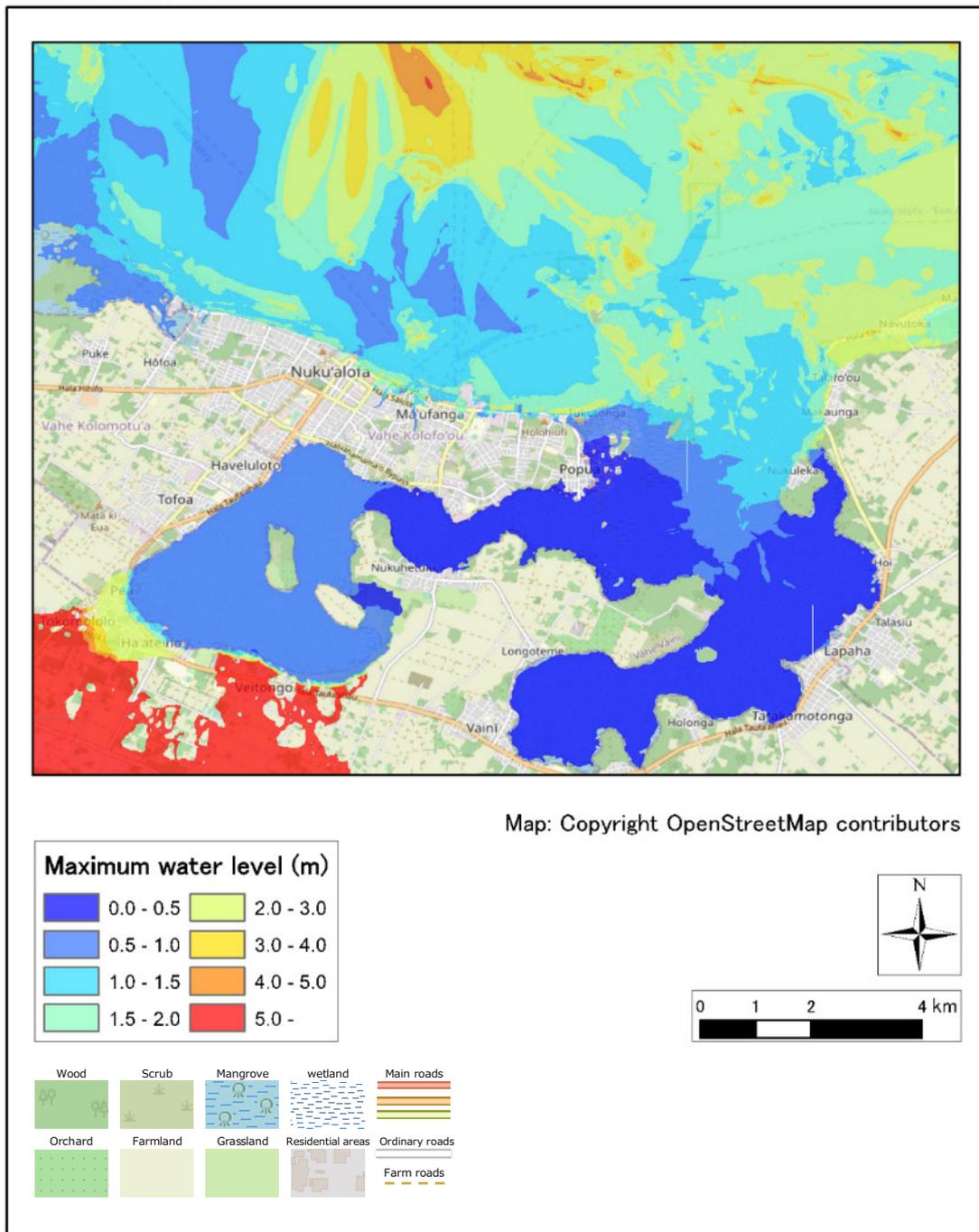
CASE: Volc6-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.201 最大水位分布図 (Unnamed3, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

CASE: Volc7-3-4

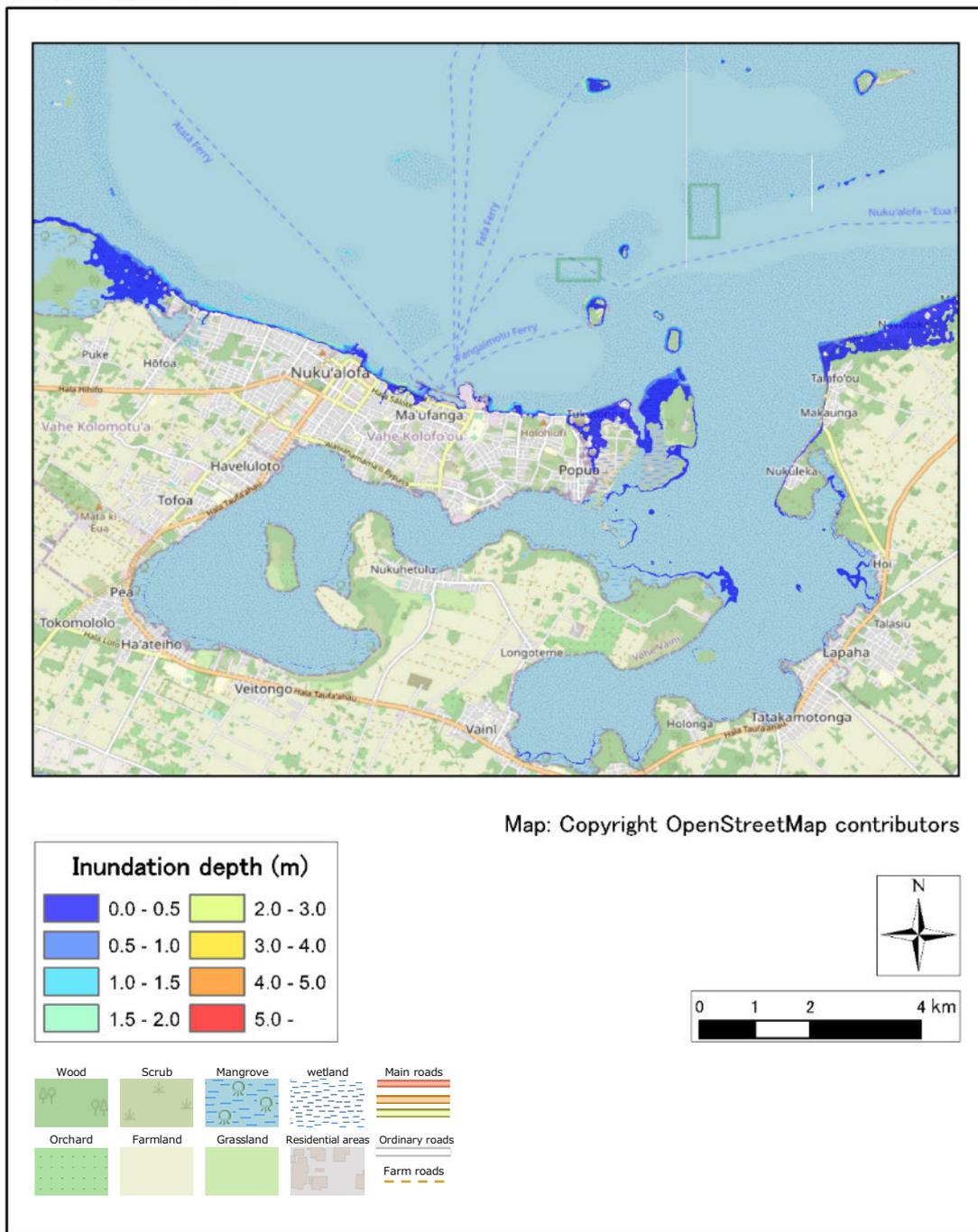


出典：JICA 調査団作成

図 2.6.202 最大水位分布図 (Unnamed4, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

b. 最大浸水深分布図

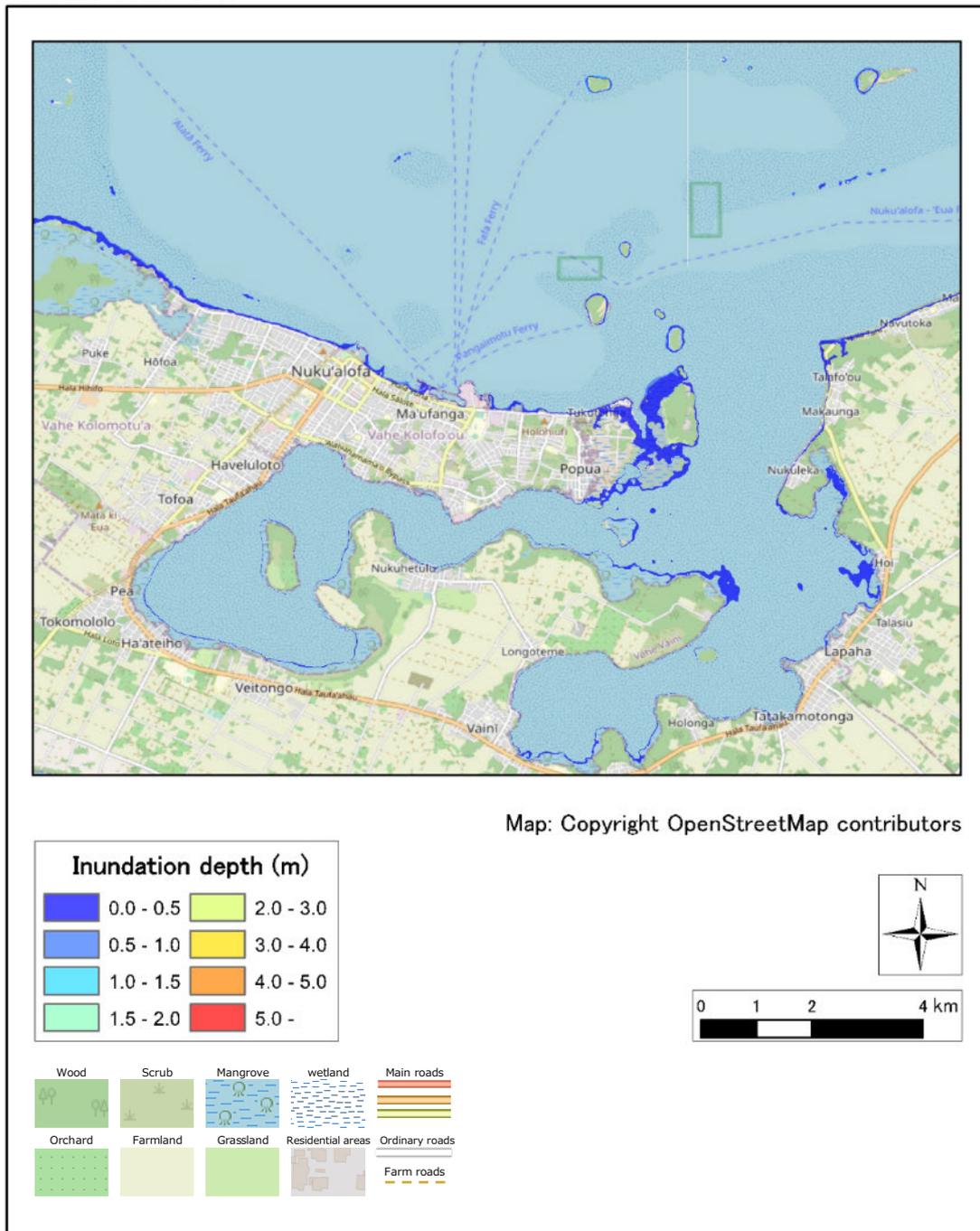
CASE: Volc0-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.203 最大浸水深分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha'pai, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

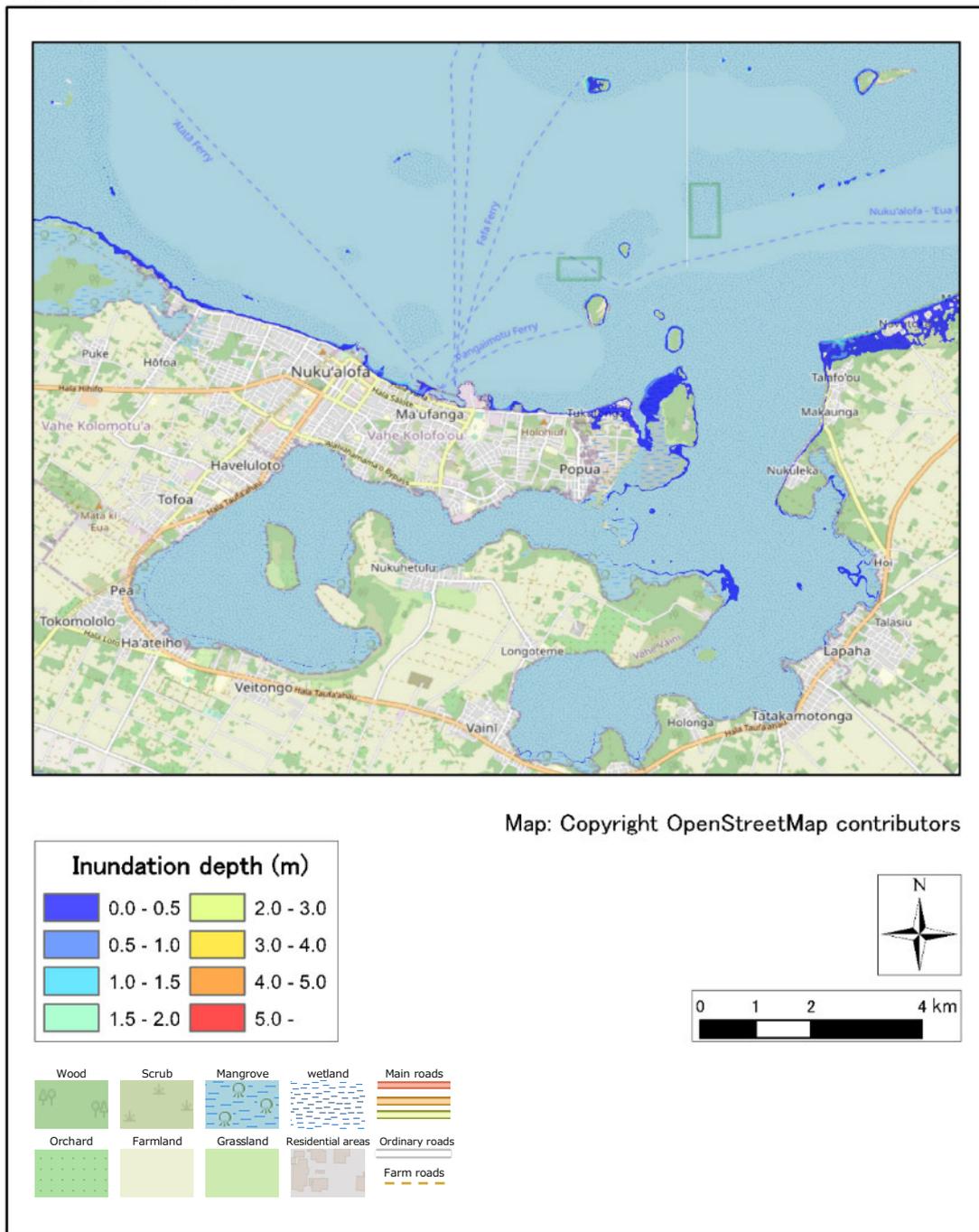
CASE: Volc1-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.204 最大浸水深分布図 (Unnamed1, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

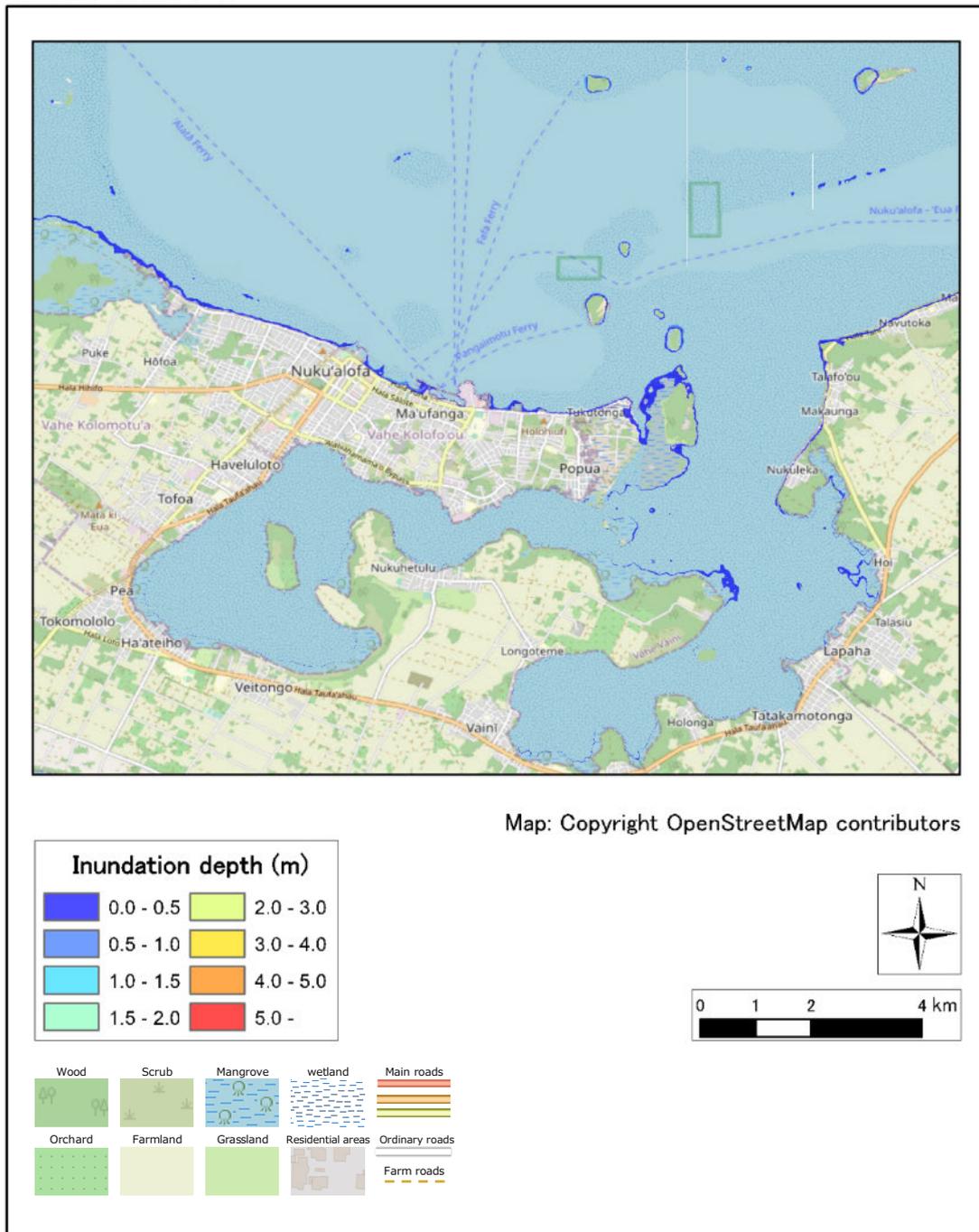
CASE: Volc2-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.205 最大浸水深分布図 (HomeReef, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

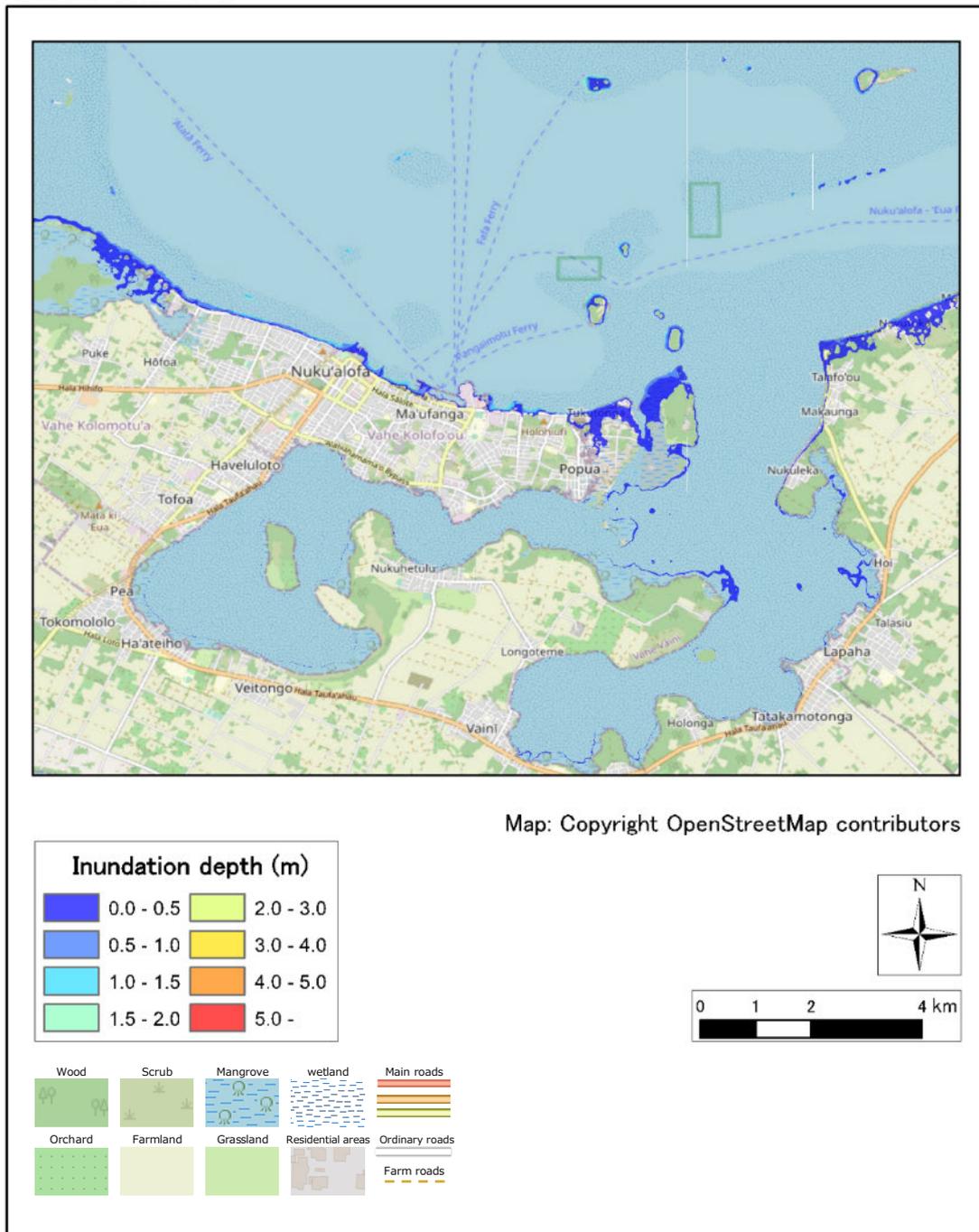
CASE: Volc3-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.206 最大浸水深分布図 (Lateiki, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

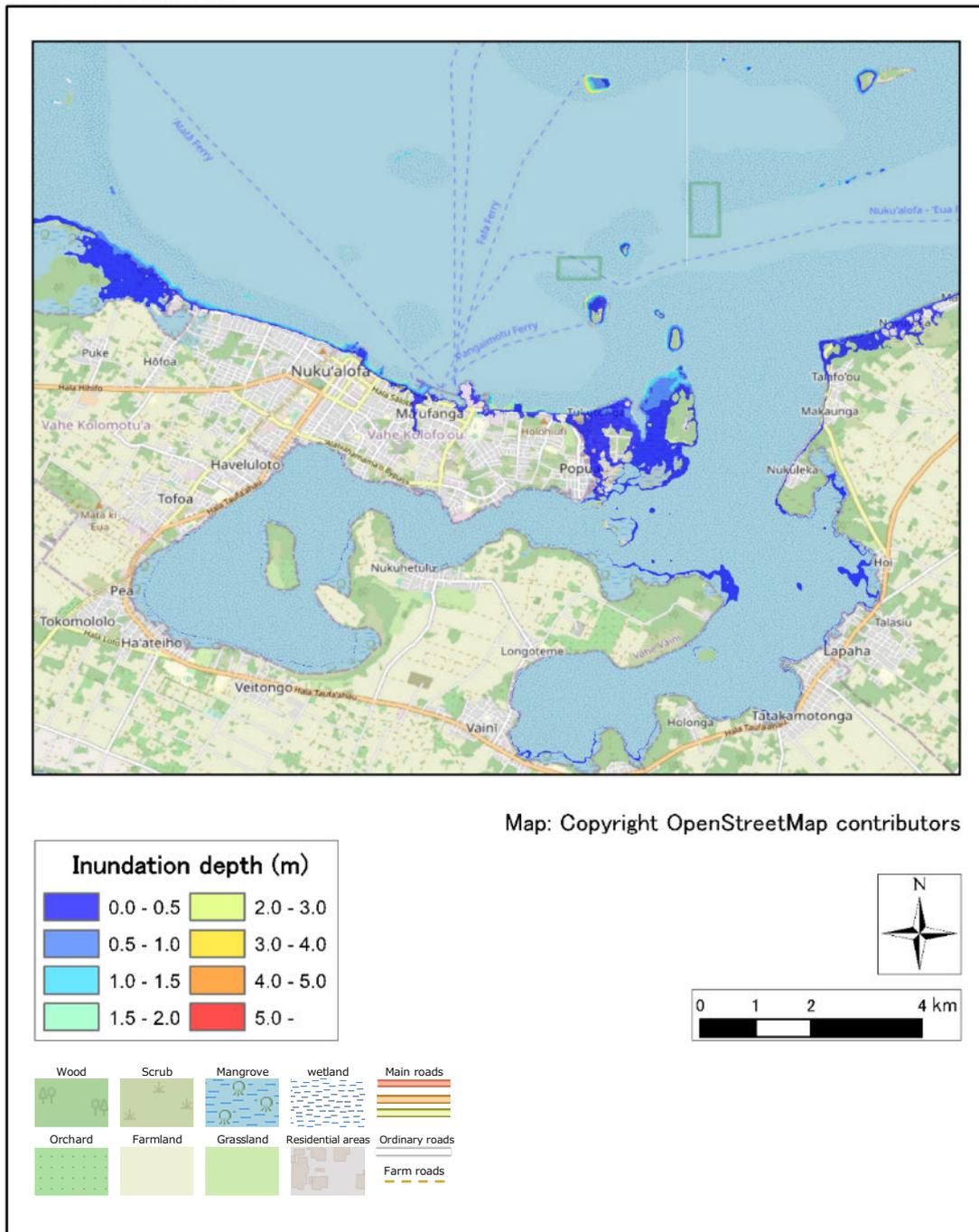
CASE: Volc4-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.207 最大浸水深分布図 (Fonuafo'u H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

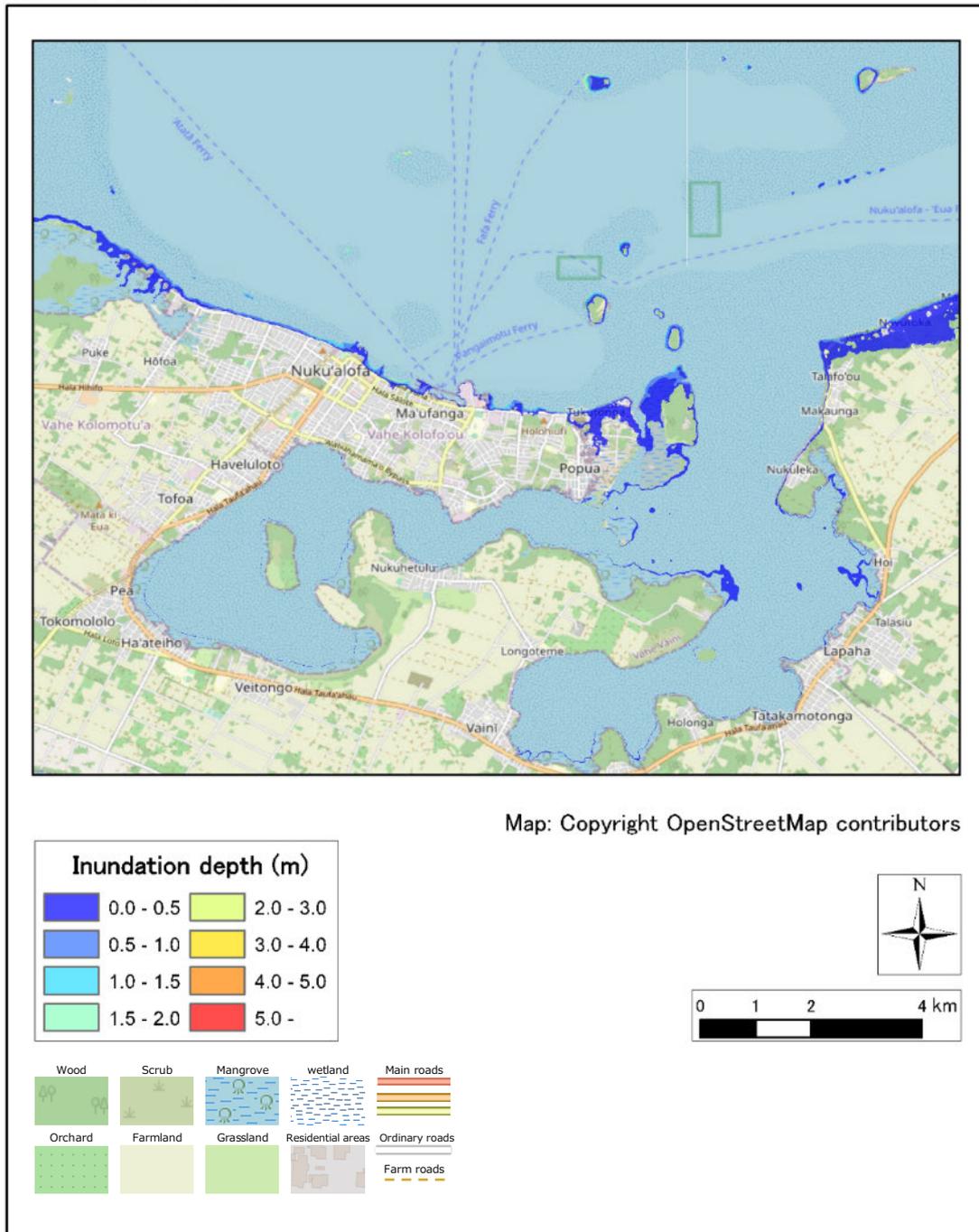
CASE: Volc5-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.208 最大浸水深分布図 (Unnamed2, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

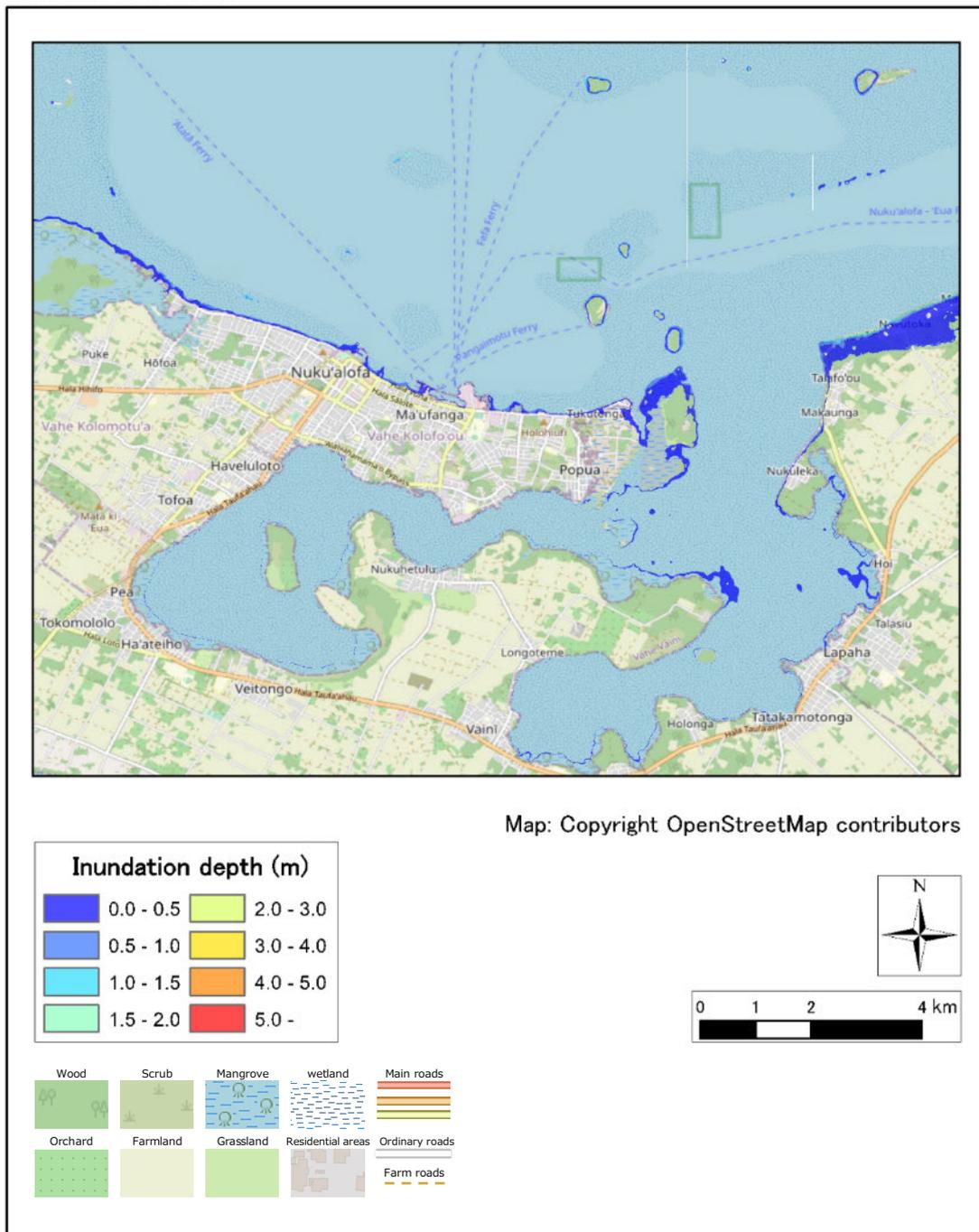
CASE: Volc6-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.209 最大浸水深分布図 (Unnamed3, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

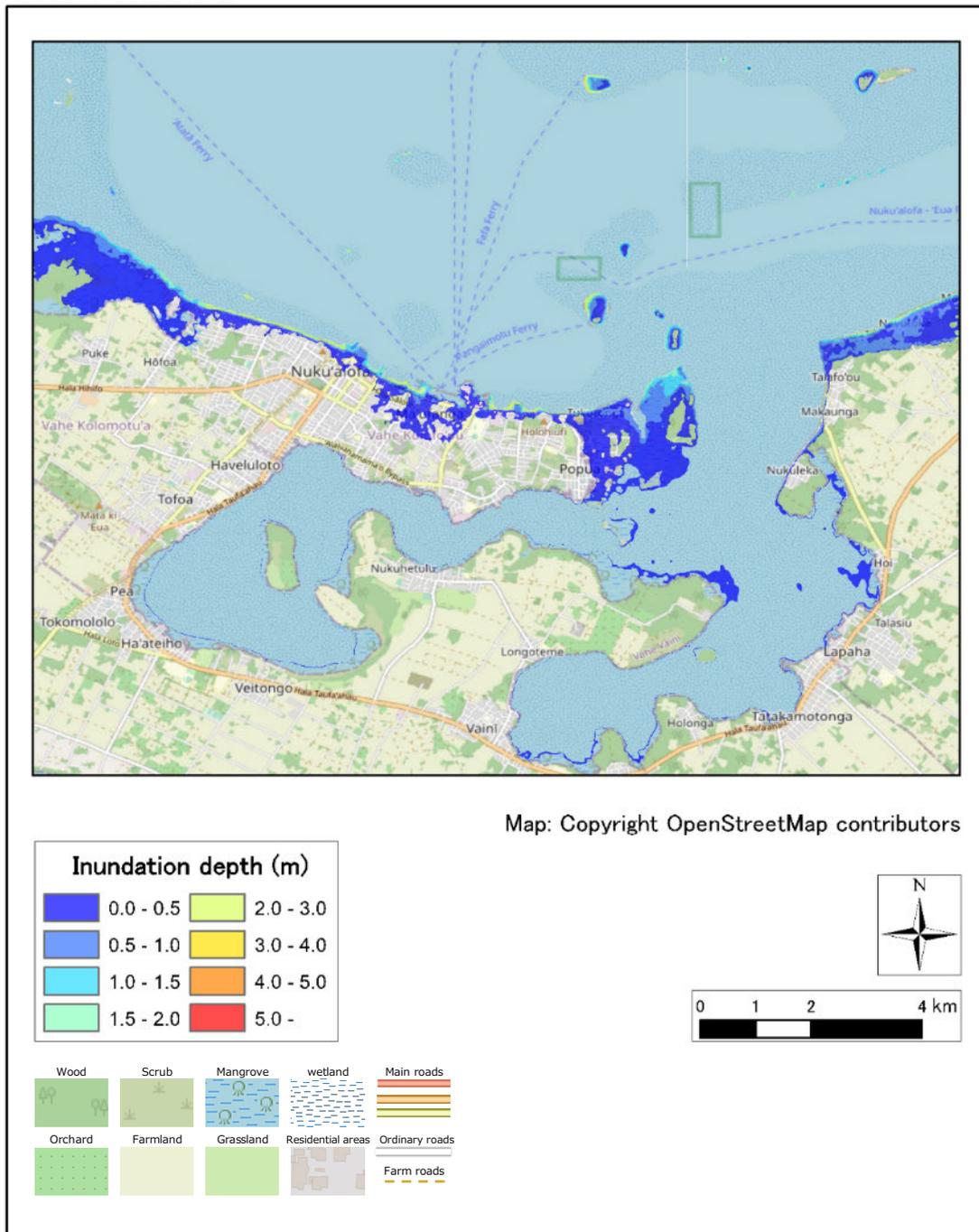
CASE: Volc7-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.210 最大浸水深分布図 (Unamed4, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

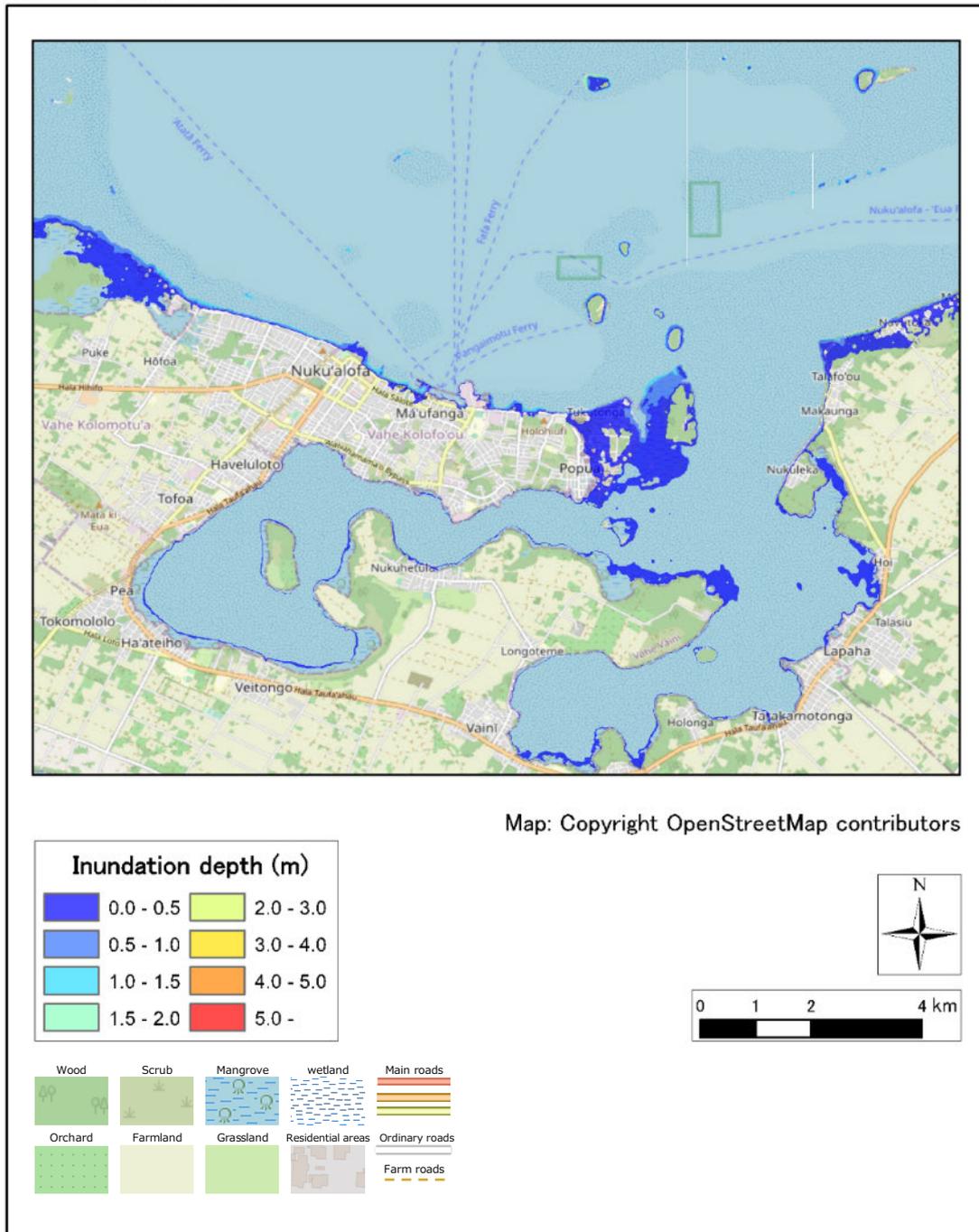
CASE: Volc0-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.211 最大浸水深分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha'pai, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

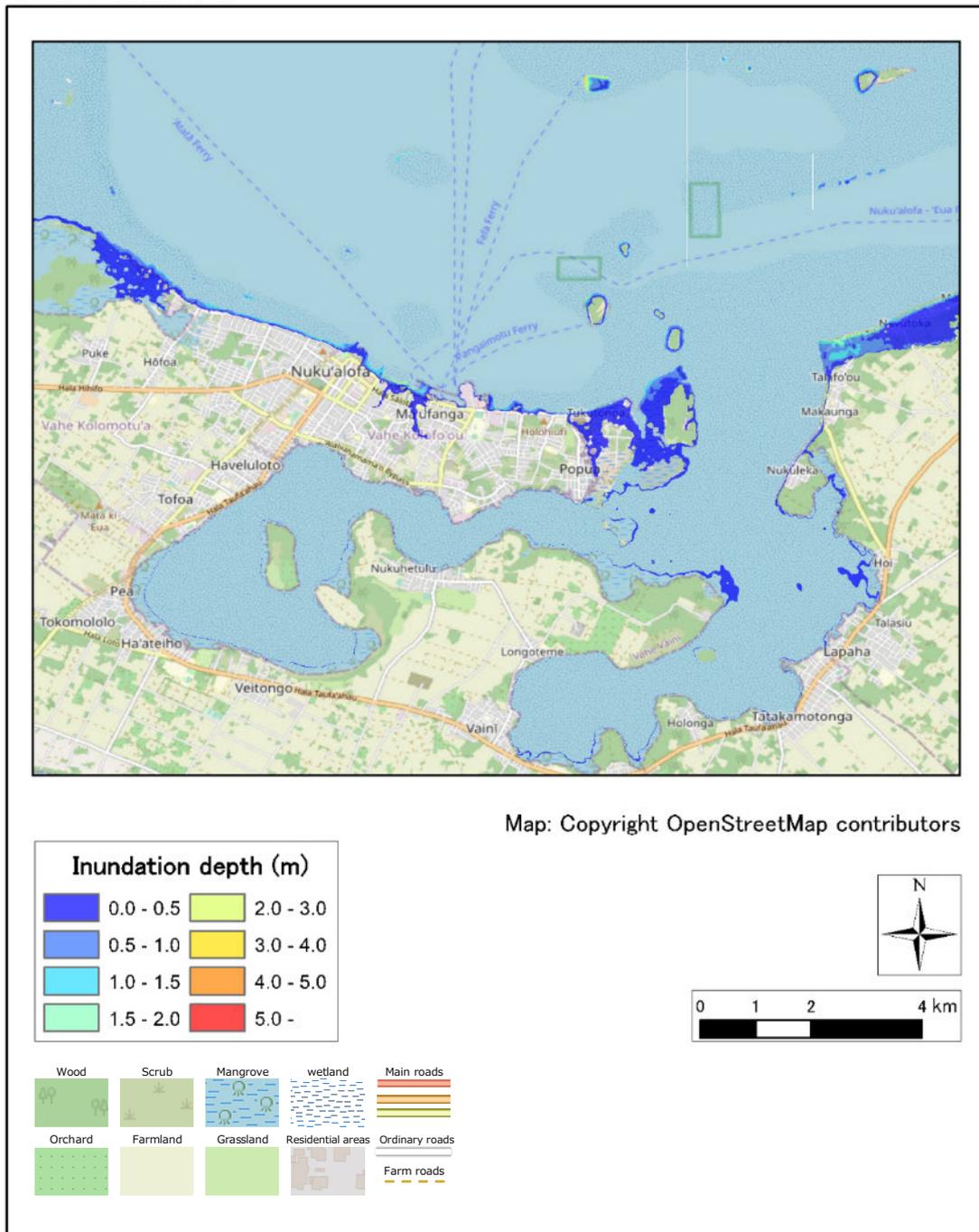
CASE: Volc1-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.212 最大浸水深分布図 (Unnamed1, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

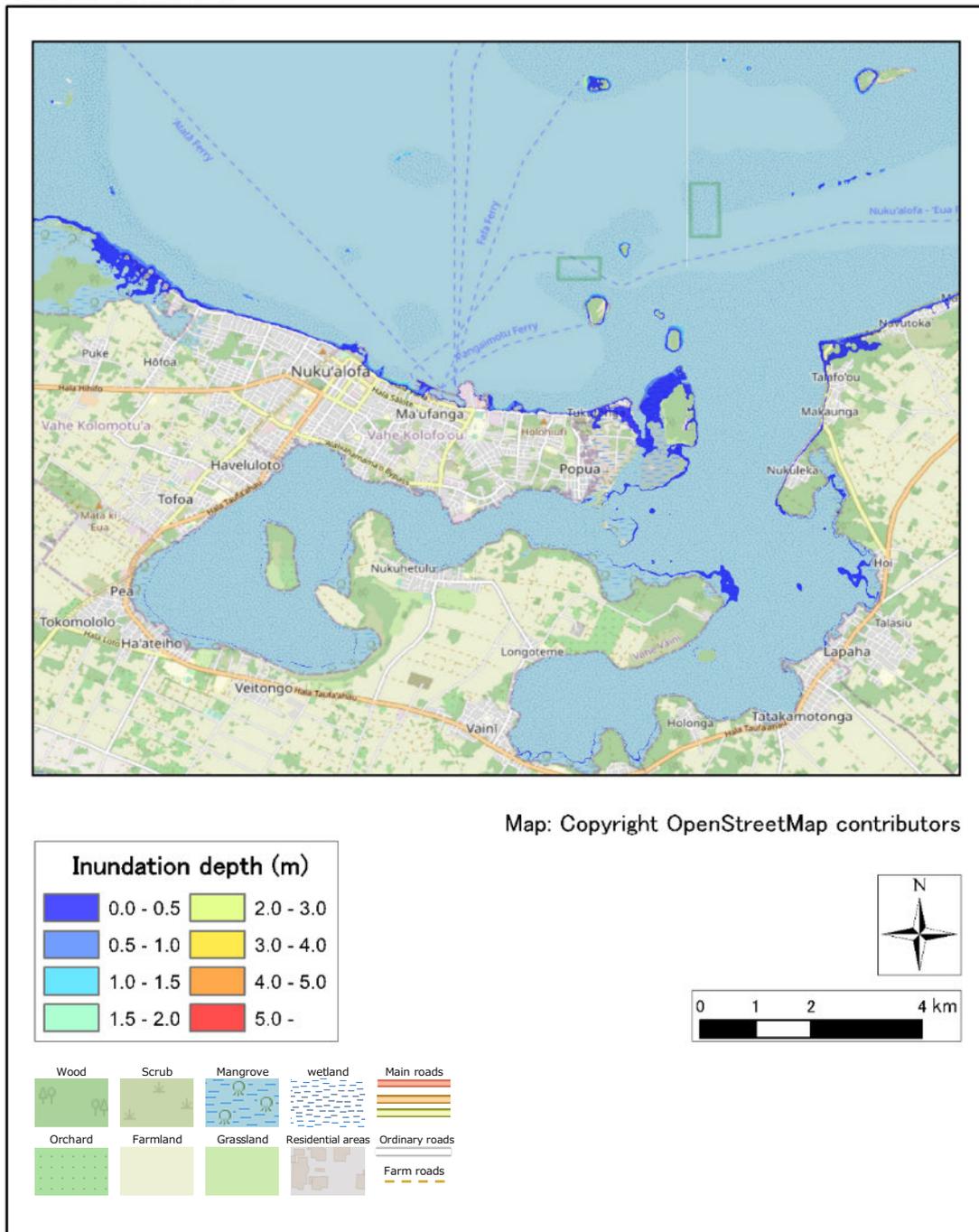
CASE: Volc2-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.213 最大浸水深分布図 (HomeReef, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

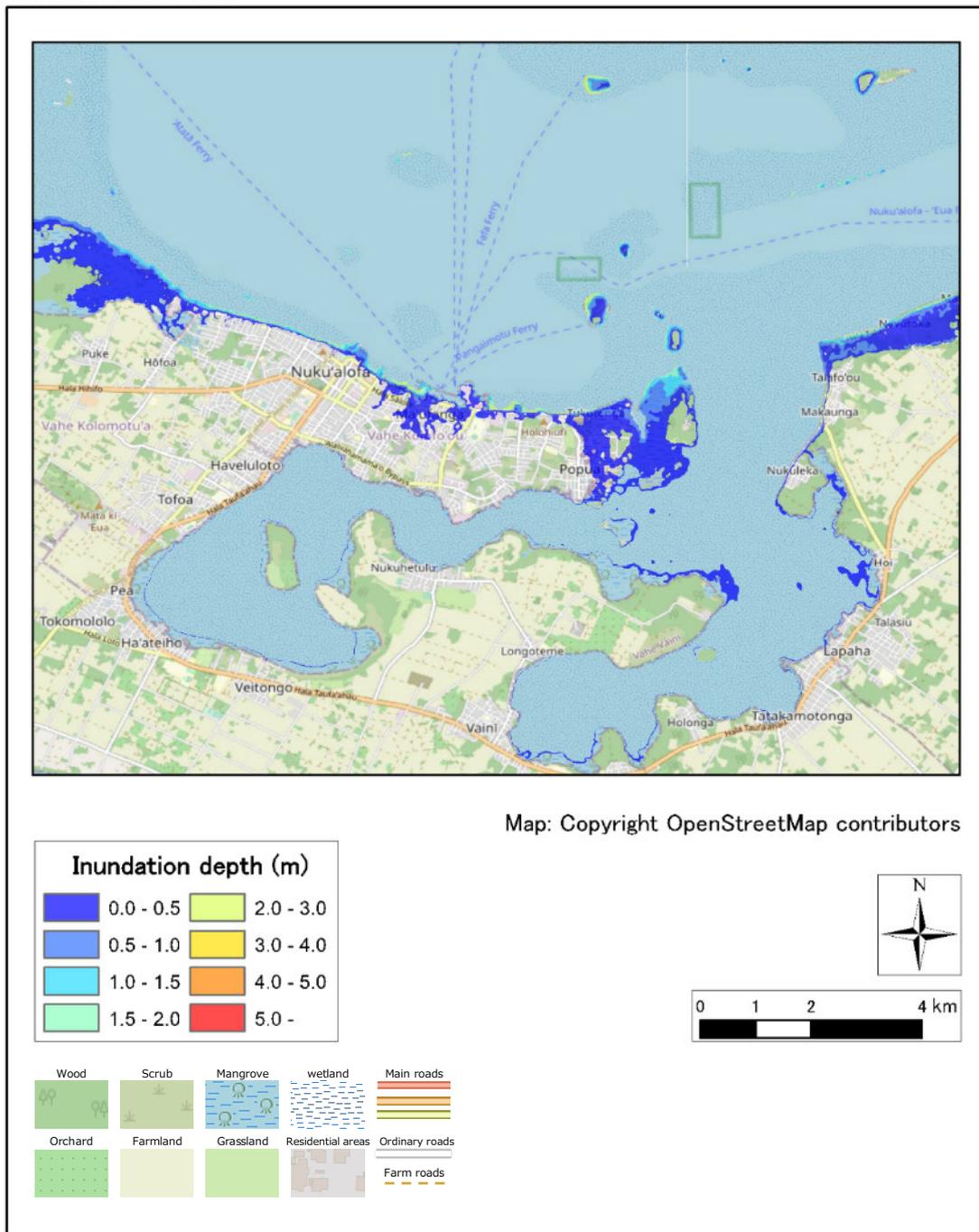
CASE: Volc3-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.214 最大浸水深分布図 (Lateiki, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

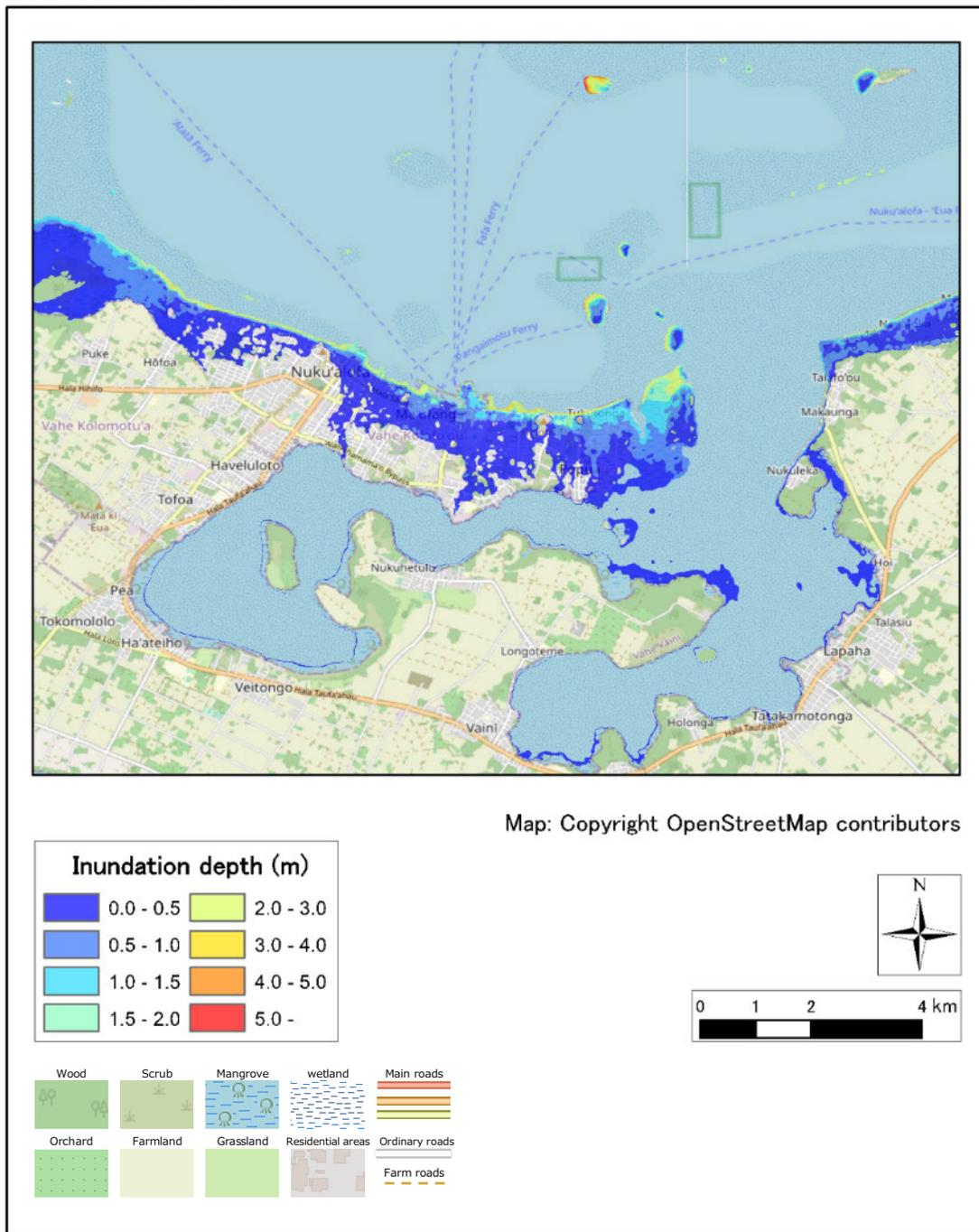
CASE: Volc4-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.215 最大浸水深分布図 (Fonuafu'ou, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

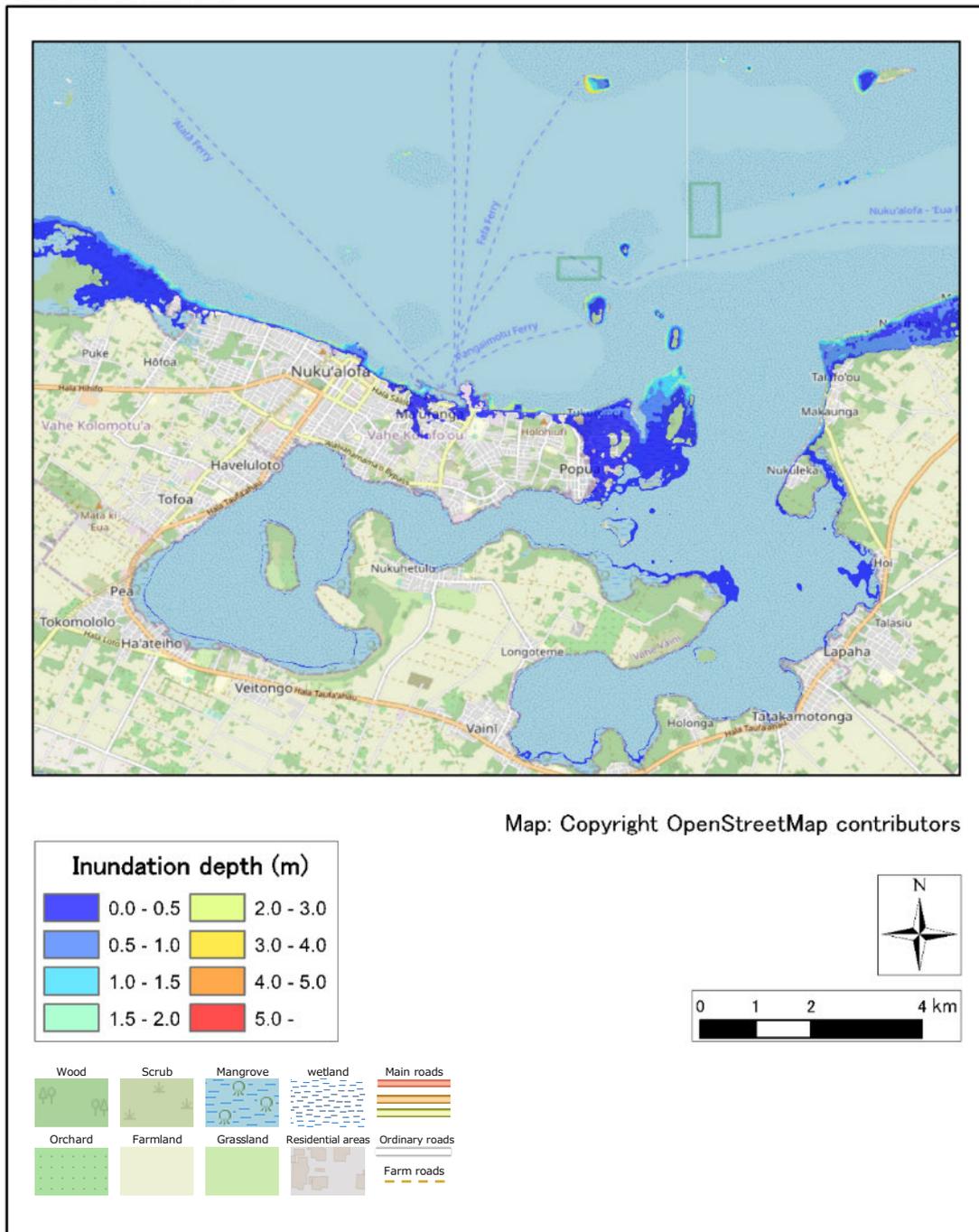
CASE: Volc5-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.216 最大浸水深分布図 (Unnamed2, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

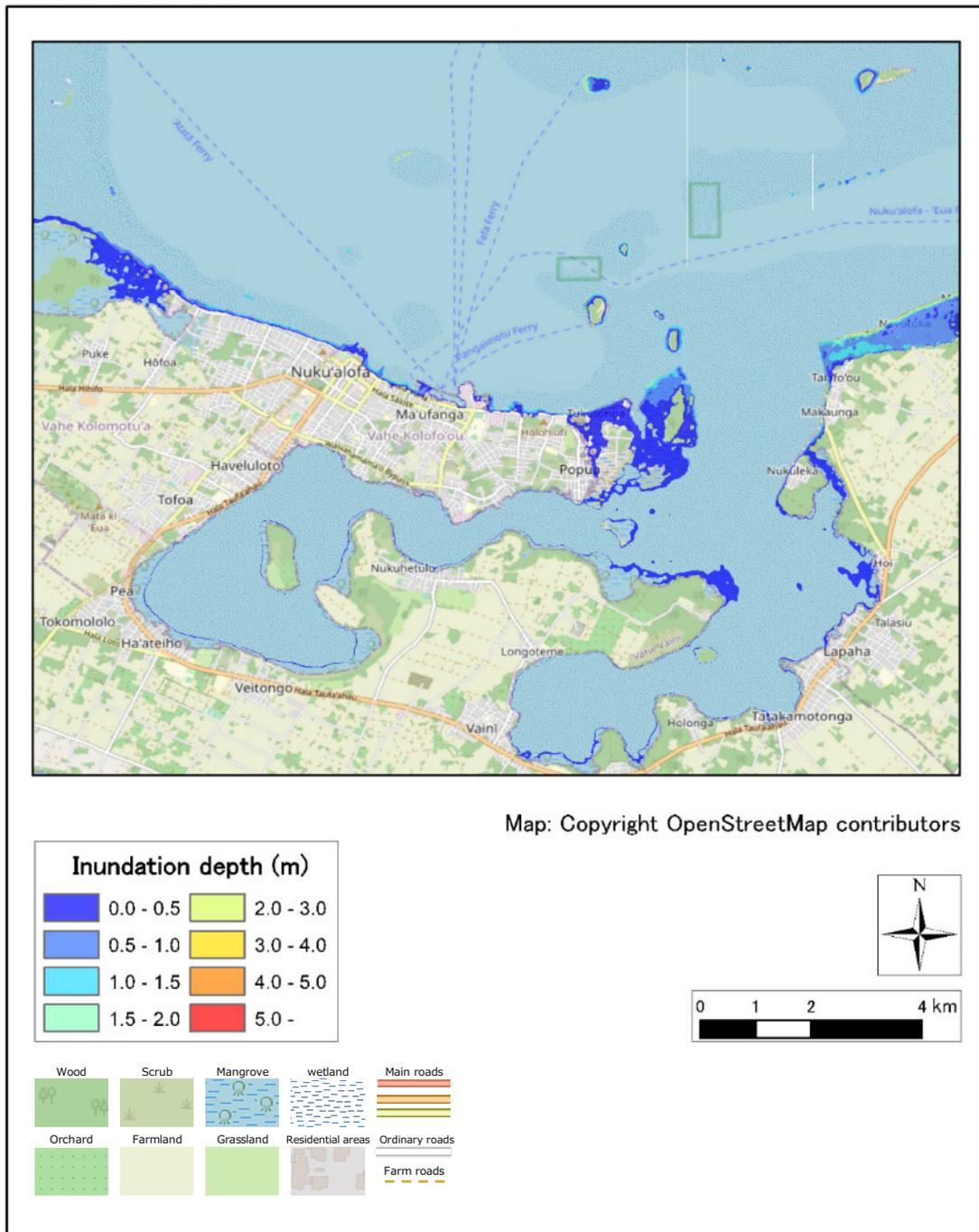
CASE: Volc6-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.217 最大浸水深分布図 (Unnamed3, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

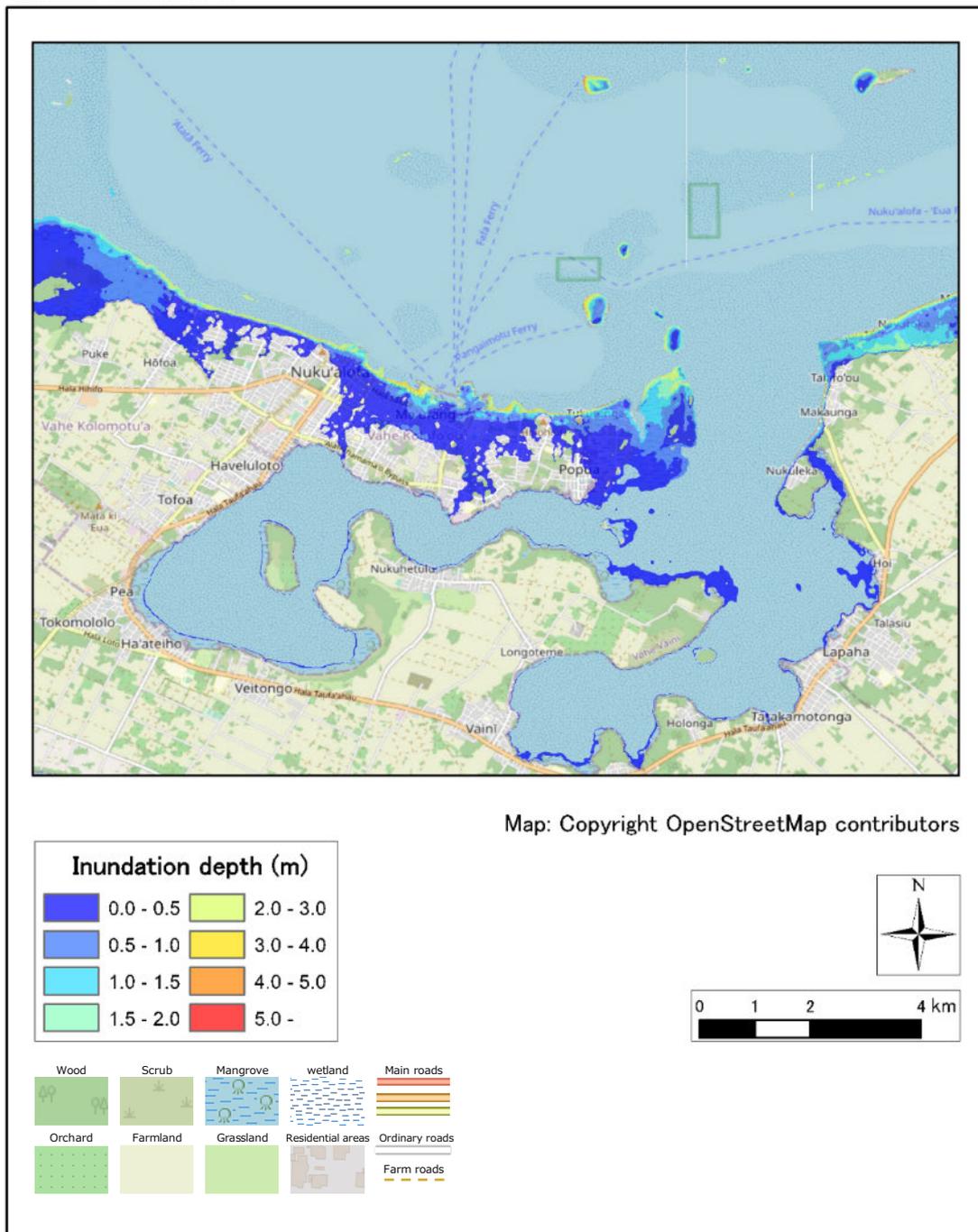
CASE: Volc7-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.218 最大浸水深分布図 (Unnamed4, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

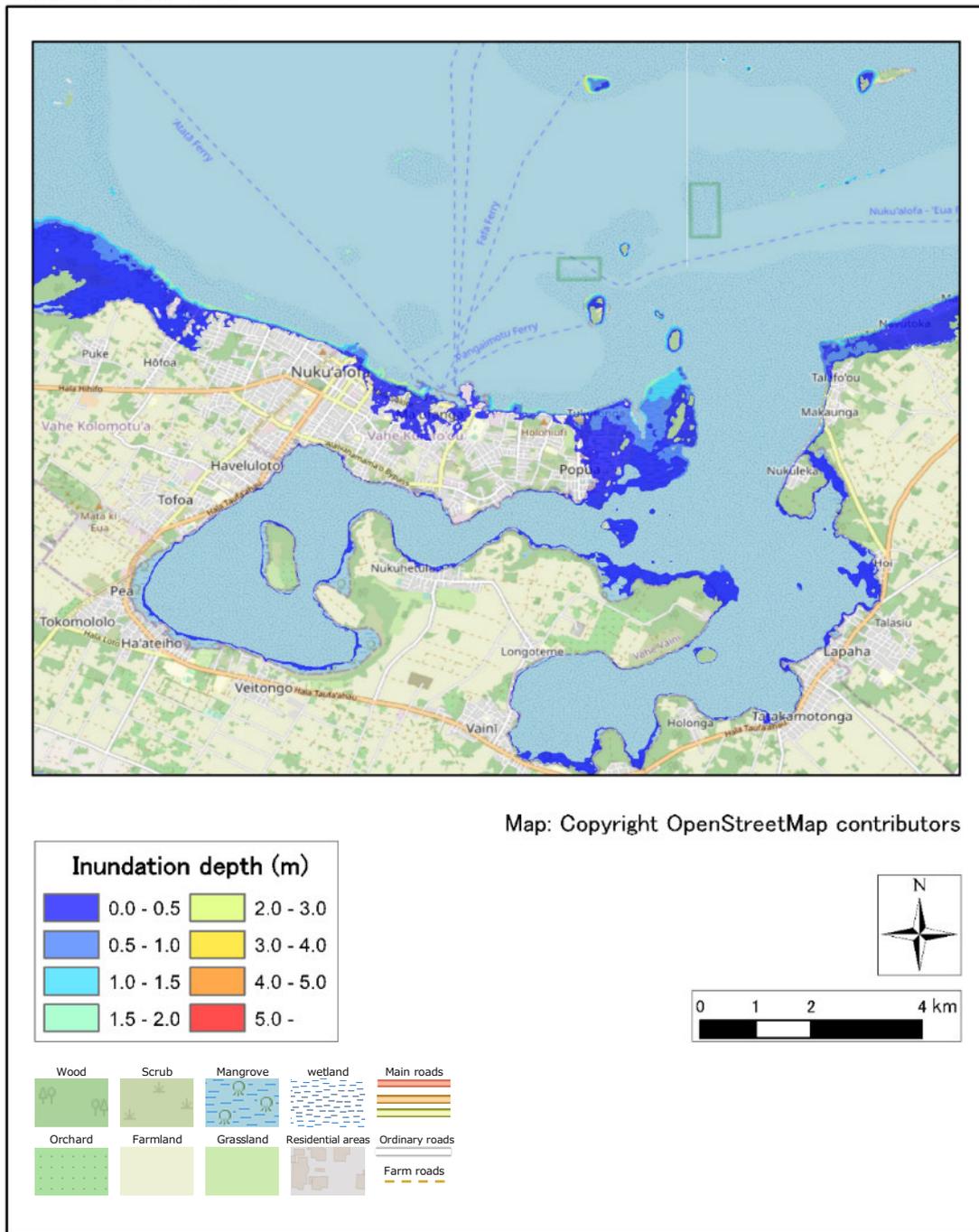
CASE: Volc0-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.219 最大浸水深分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha’pai, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

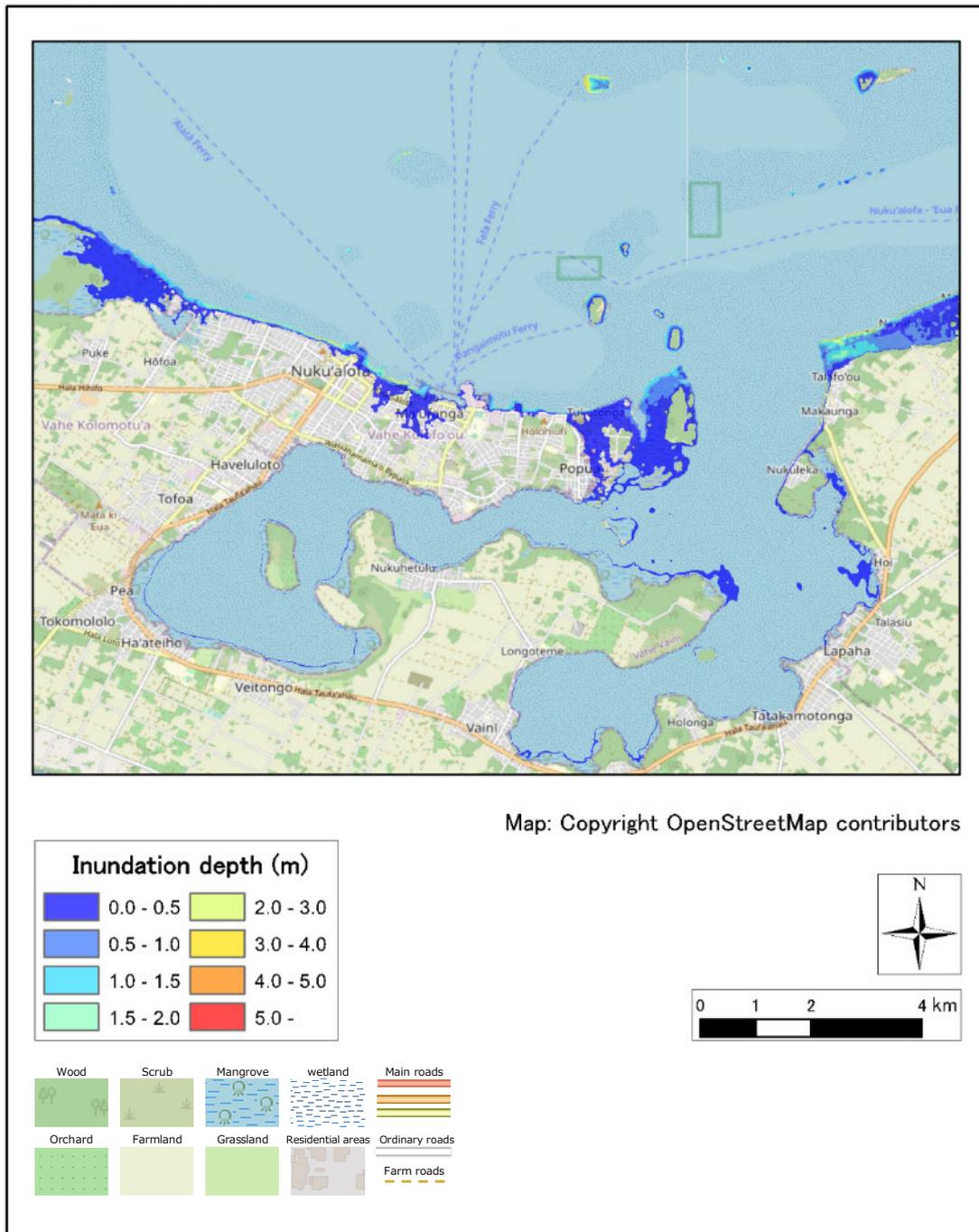
CASE: Volc1-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.220 最大浸水深分布図 (Unnamed1, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

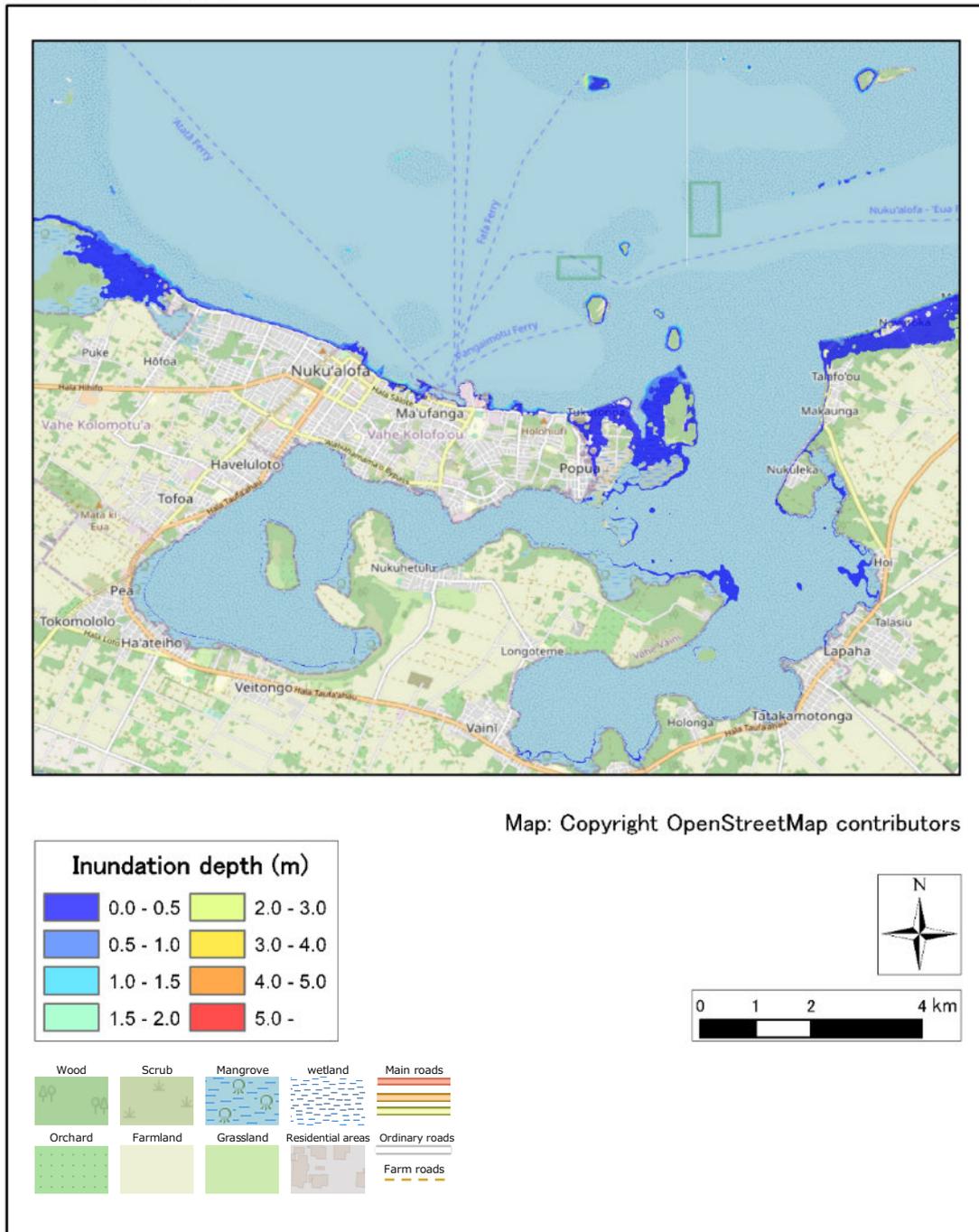
CASE: Volc2-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.221 最大浸水深分布図 (HomeReef, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

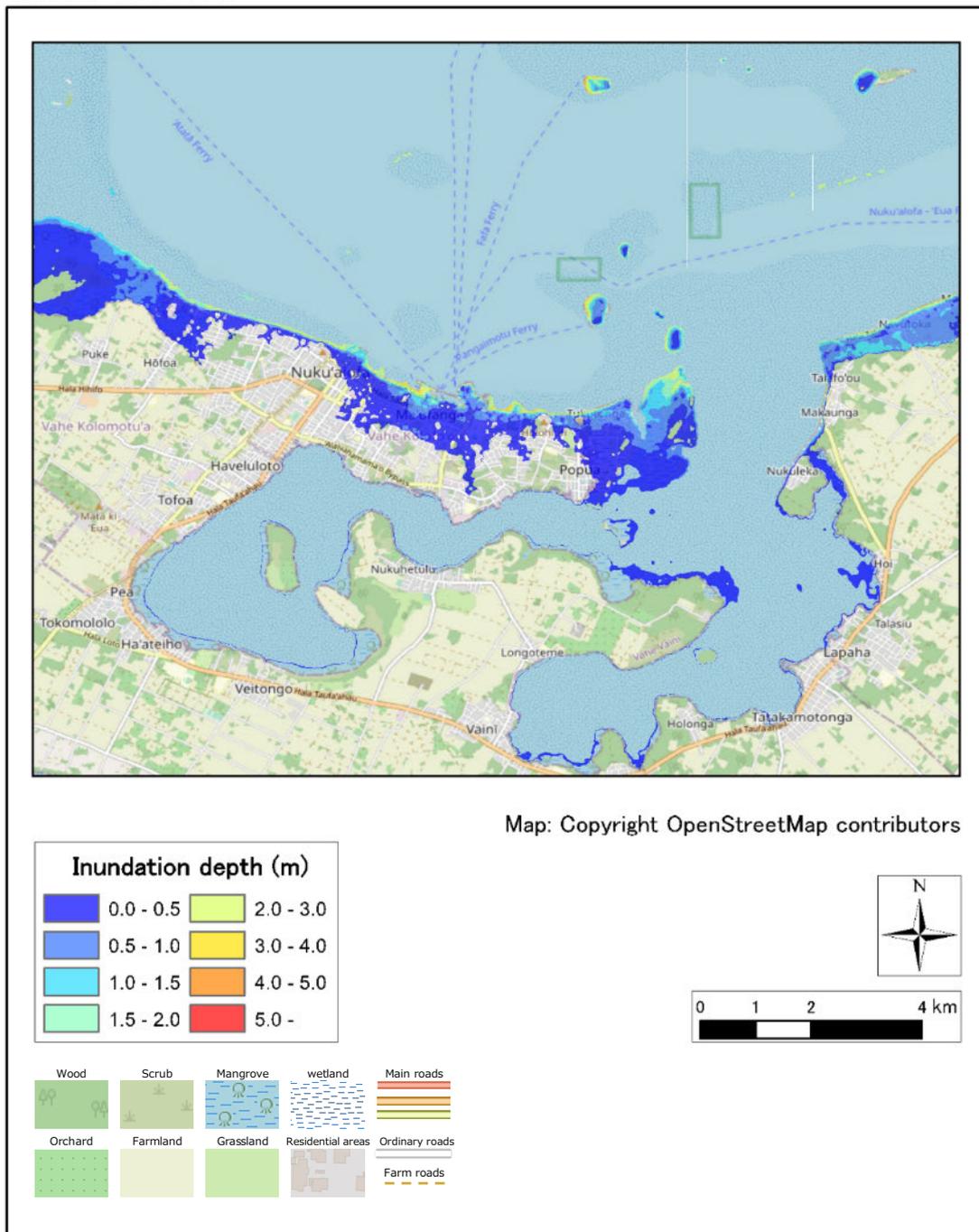
CASE: Volc3-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.222 最大浸水深分布図 (Lateiki, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

CASE: Volc4-3-4

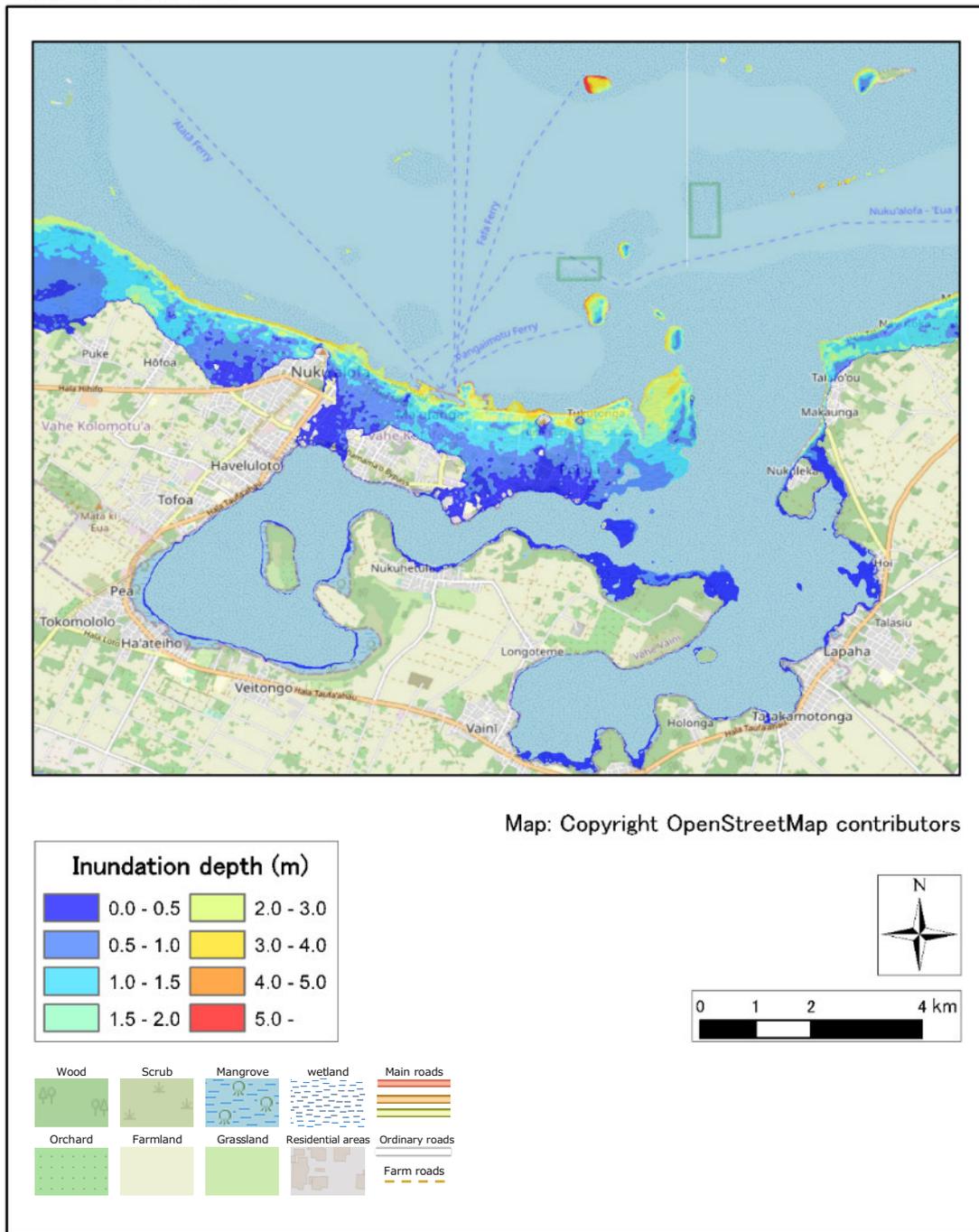


Map: Copyright OpenStreetMap contributors

出典：JICA 調査団作成

図 2.6.223 最大浸水深分布図 (Fonuafo'ou, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

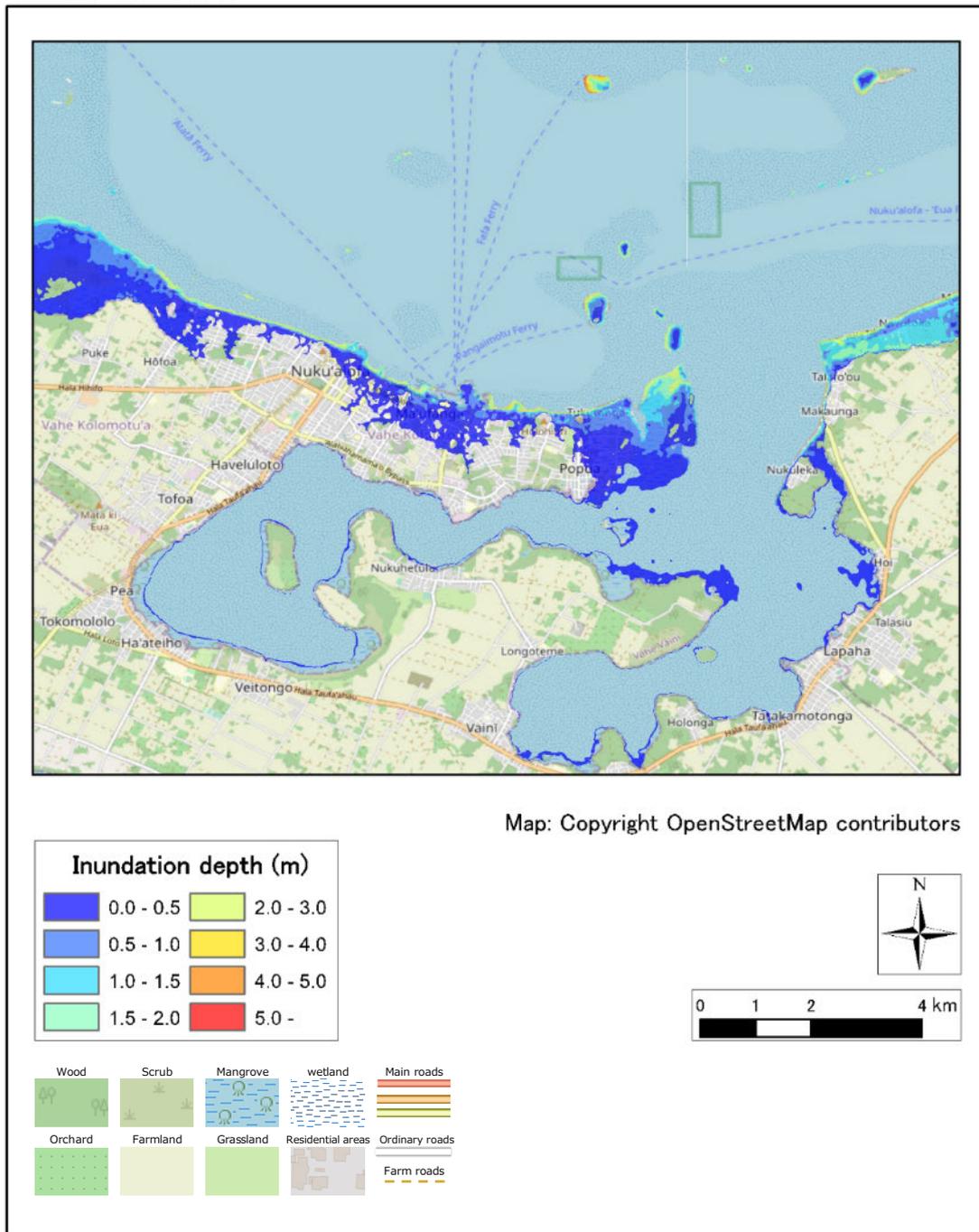
CASE: Volc5-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.224 最大浸水深分布図 (Unnamed2, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

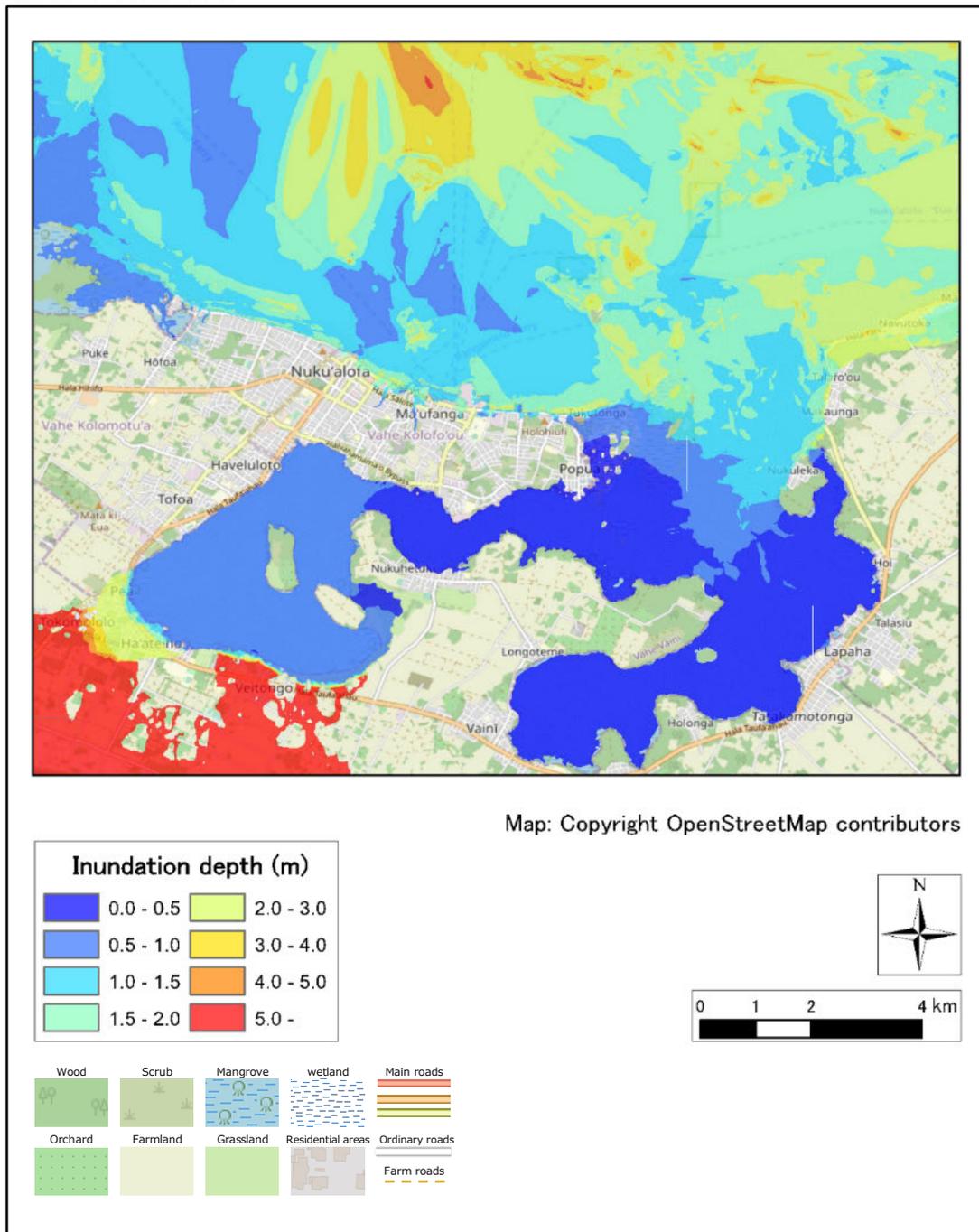
CASE: Volc6-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.225 最大浸水深分布図 (Unnamed3, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

CASE: Volc7-3-4

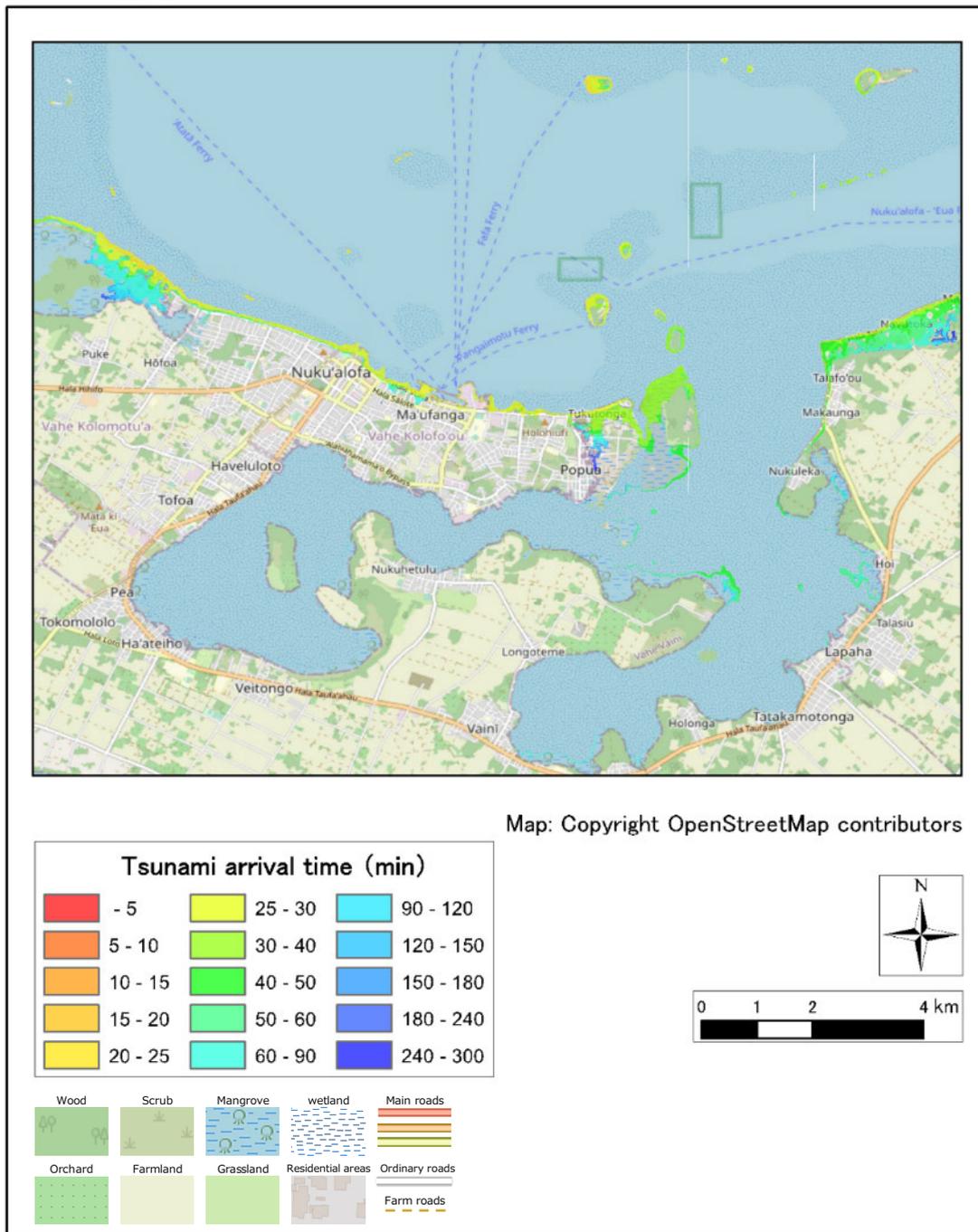


出典：JICA 調査団作成

図 2.6.226 最大浸水深分布図 (Unnamed4, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

c. 津波到達時間分布図

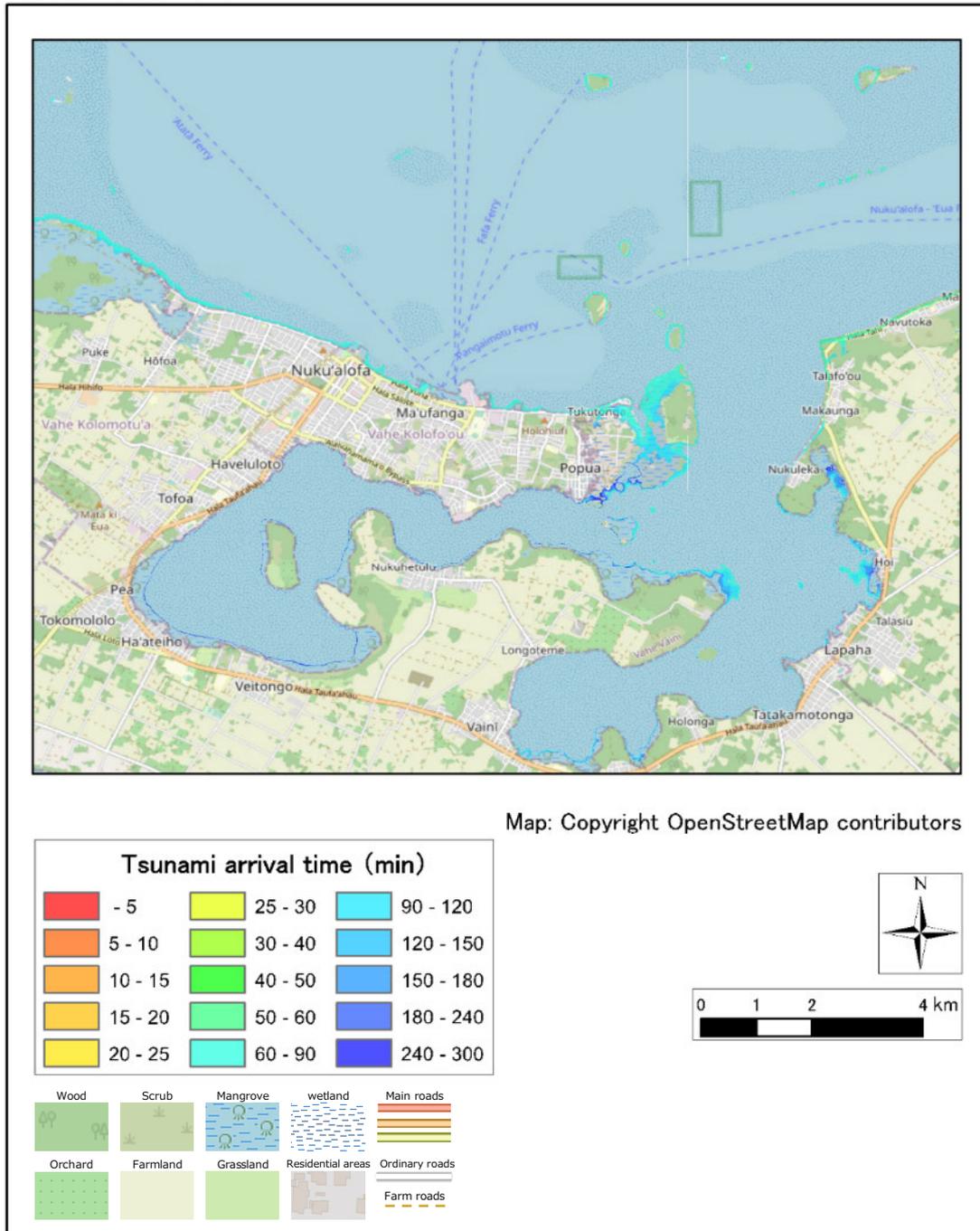
CASE: Volc0-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.227 津波到達時間分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha'pai, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

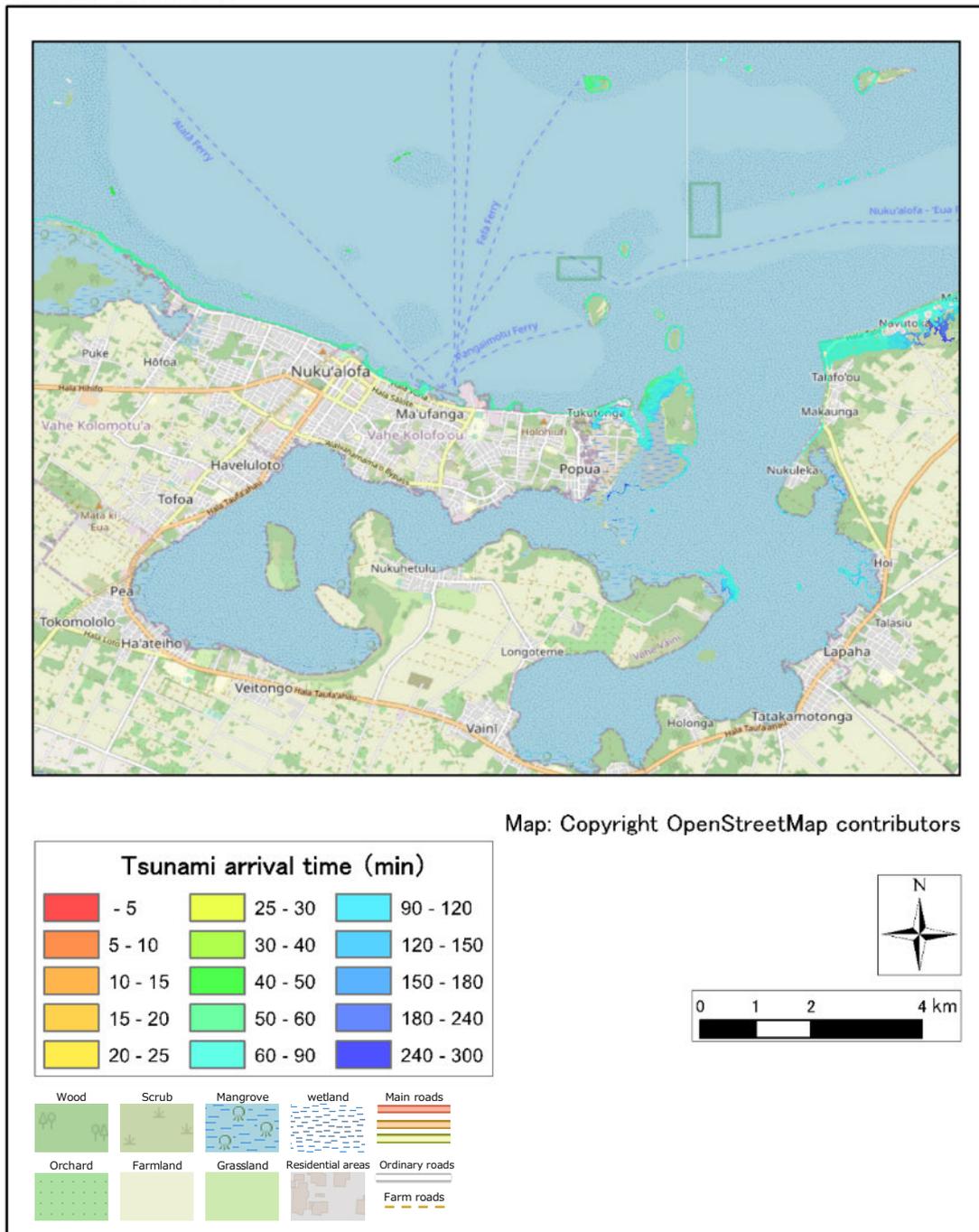
CASE: Volc1-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.228 津波到達時間分布図 (Unnamed1, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

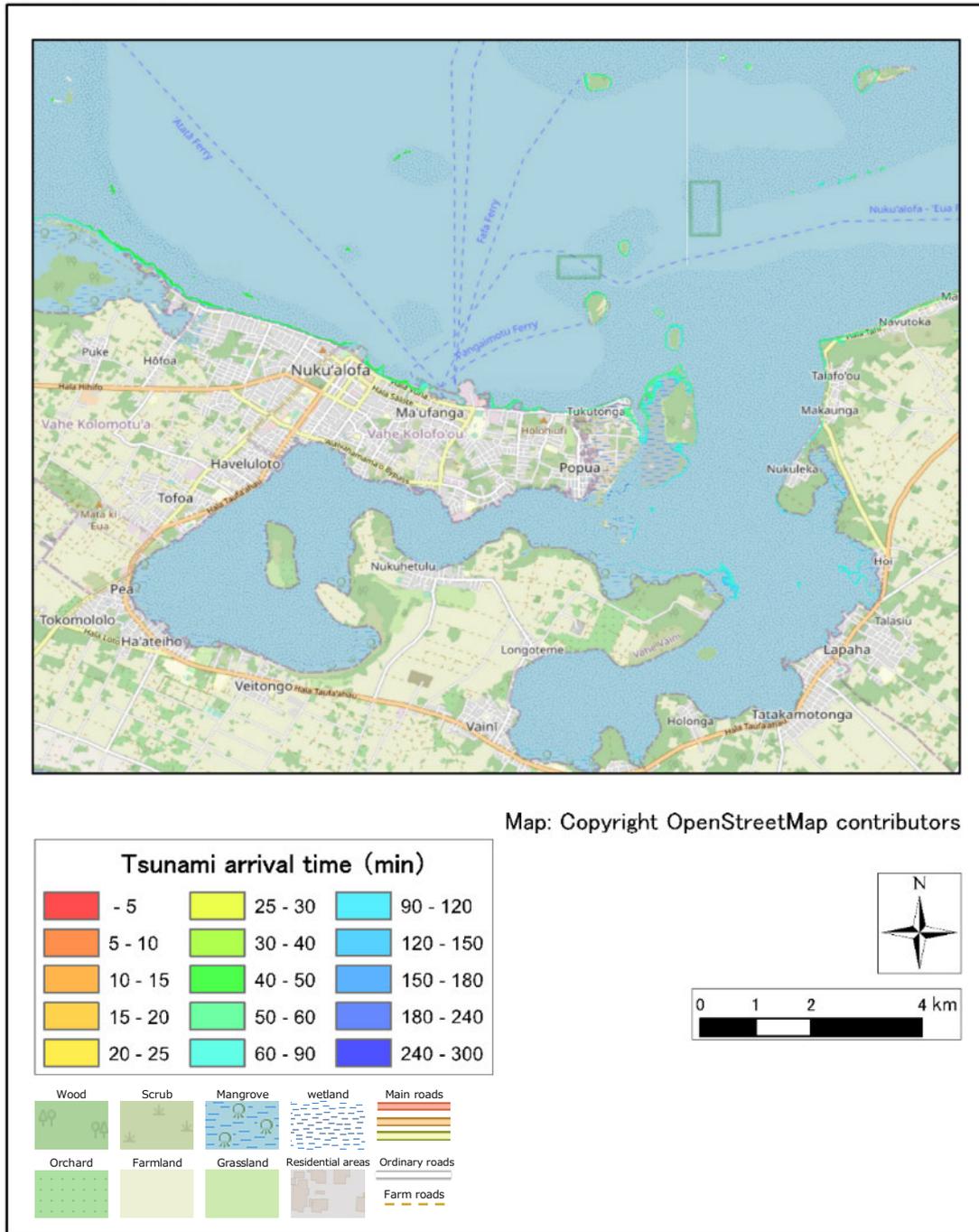
CASE: Volc2-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.229 津波到達時間分布図 (HomeReef, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

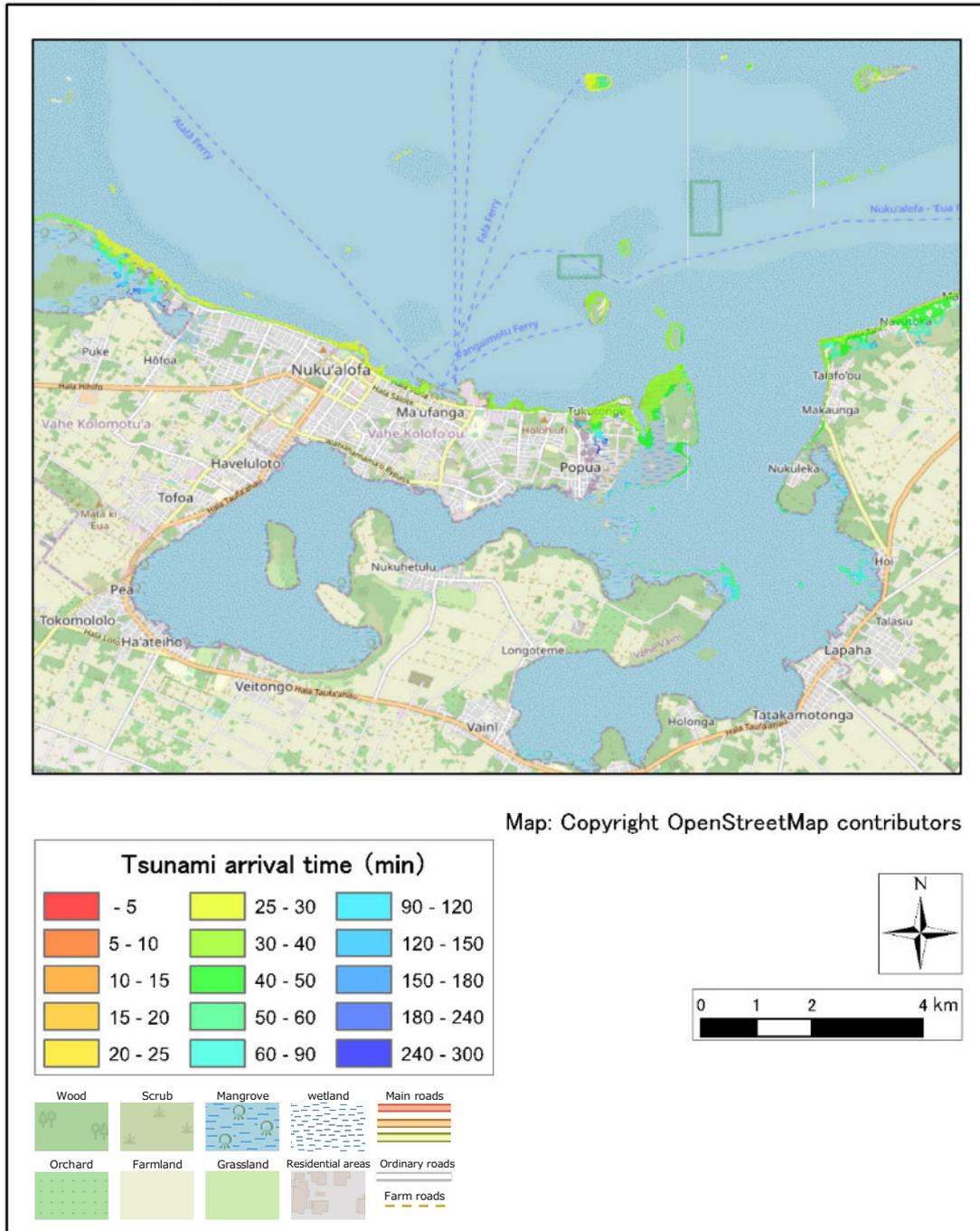
CASE: Volc3-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.230 津波到達時間分布図 (Lateiki, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

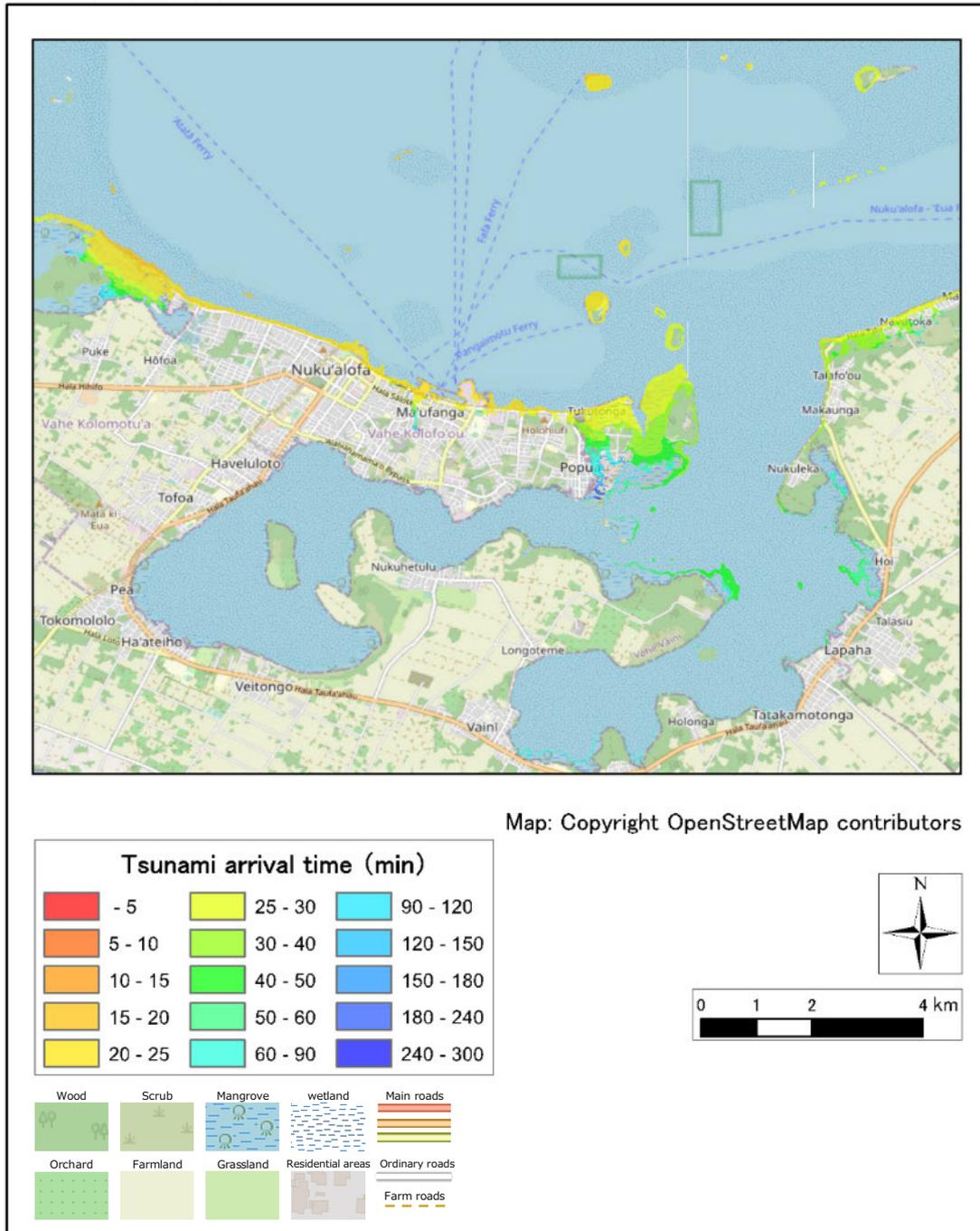
CASE: Volc4-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.231 津波到達時間分布図 (Fonuafo'ou H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

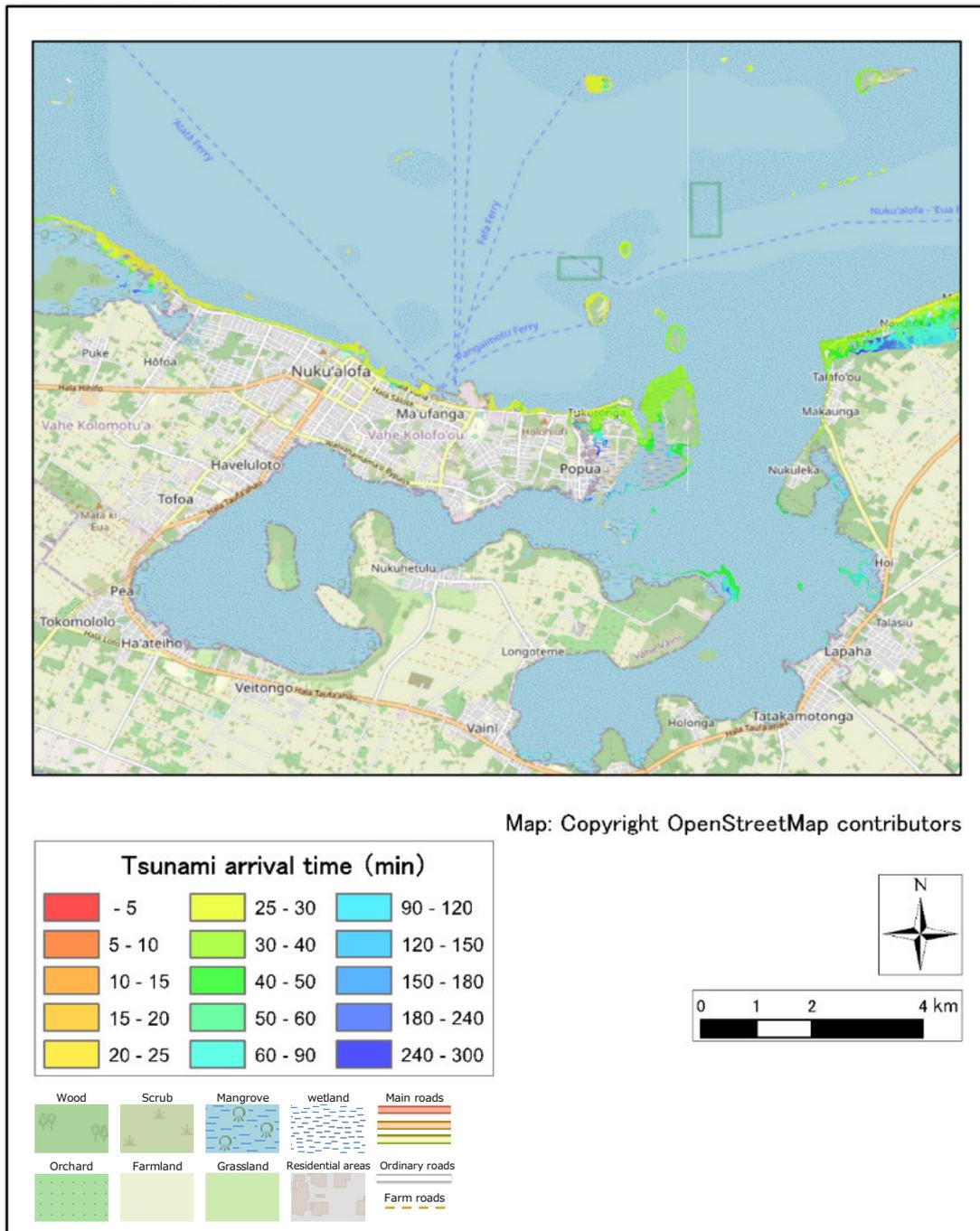
CASE: Volc5-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.232 津波到達時間分布図 (Unamed2, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

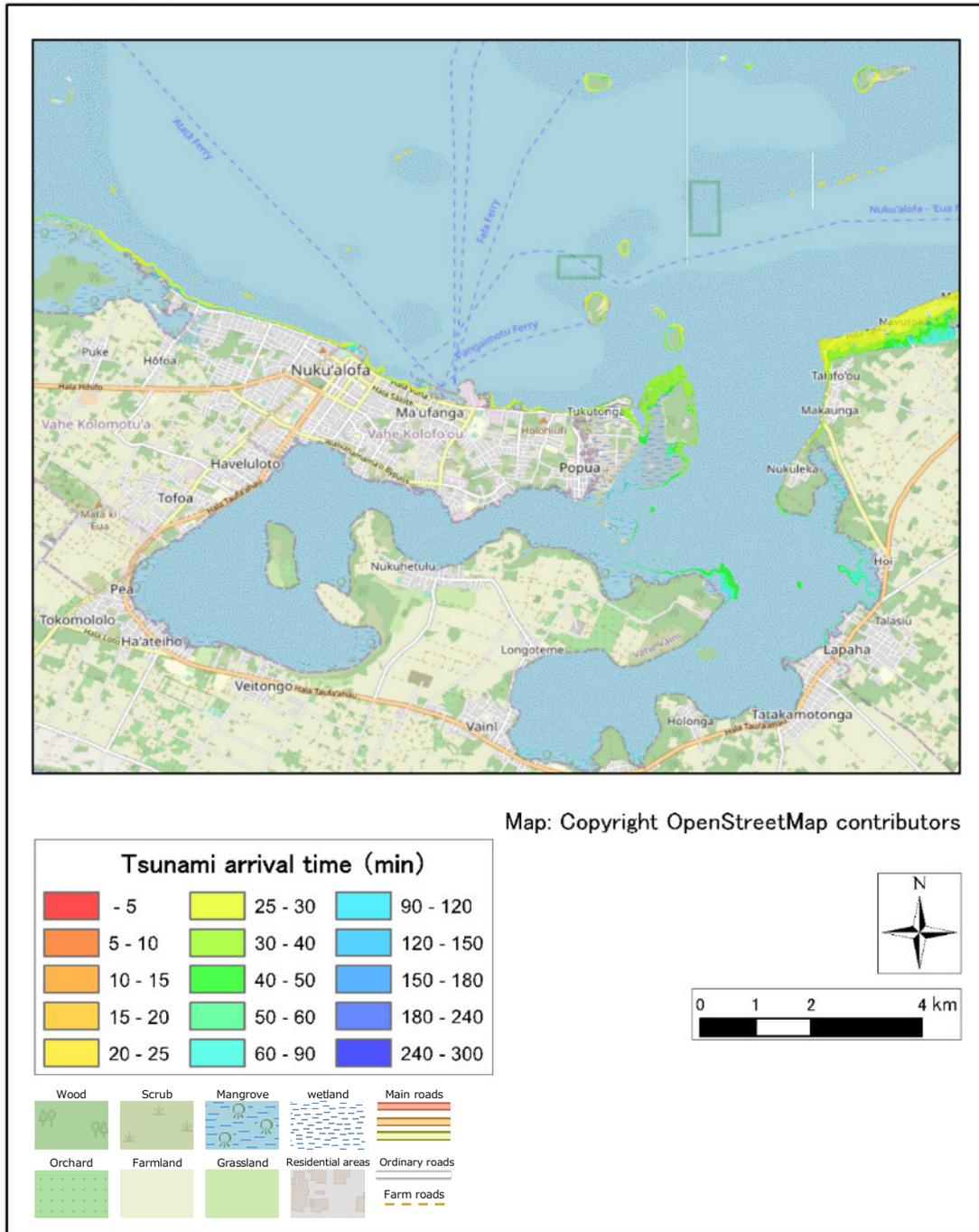
CASE: Volc6-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.233 津波到達時間分布図 (Unamed3, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

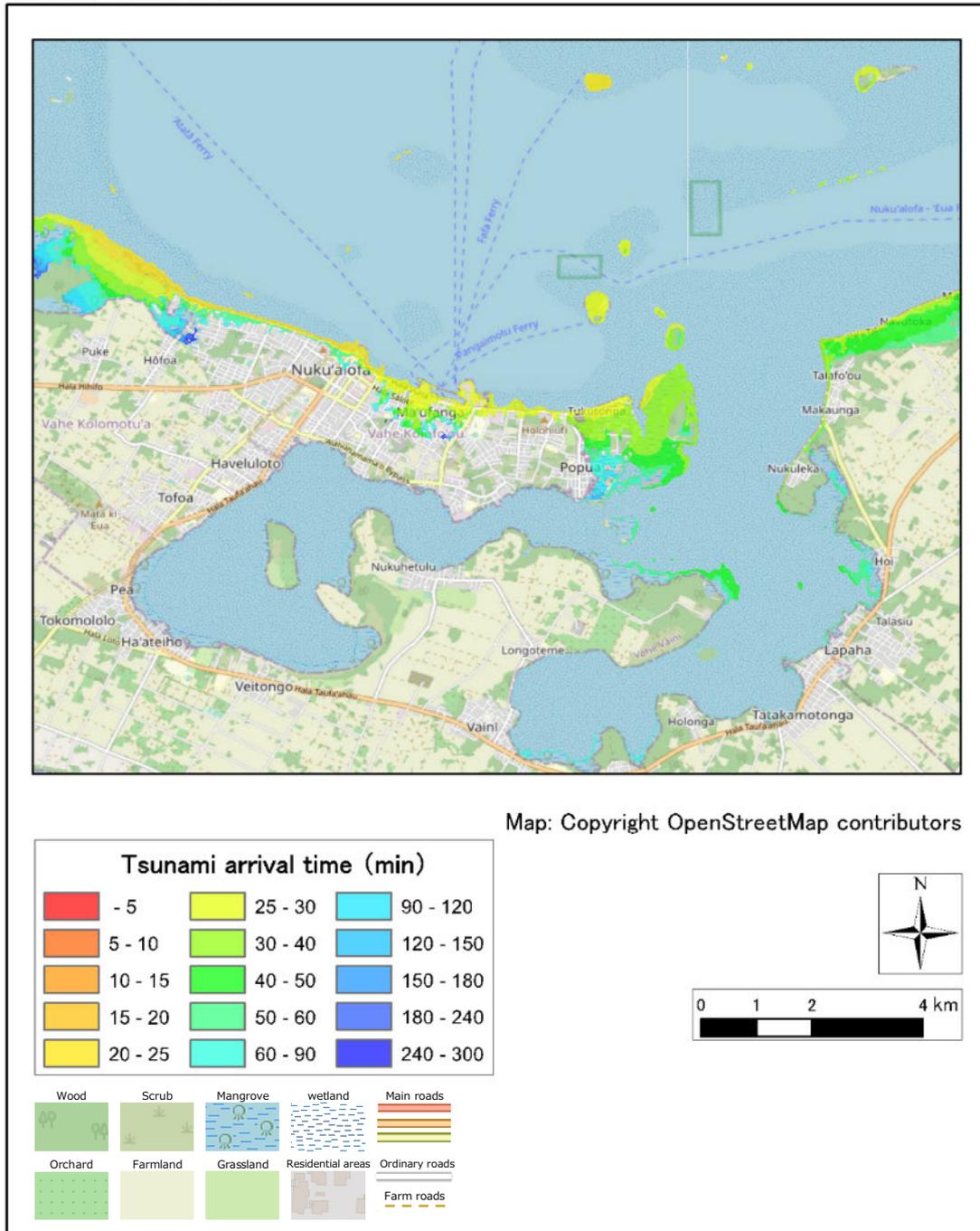
CASE: Volc7-1-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.234 津波到達時間分布図 (Unamed4, H=30m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

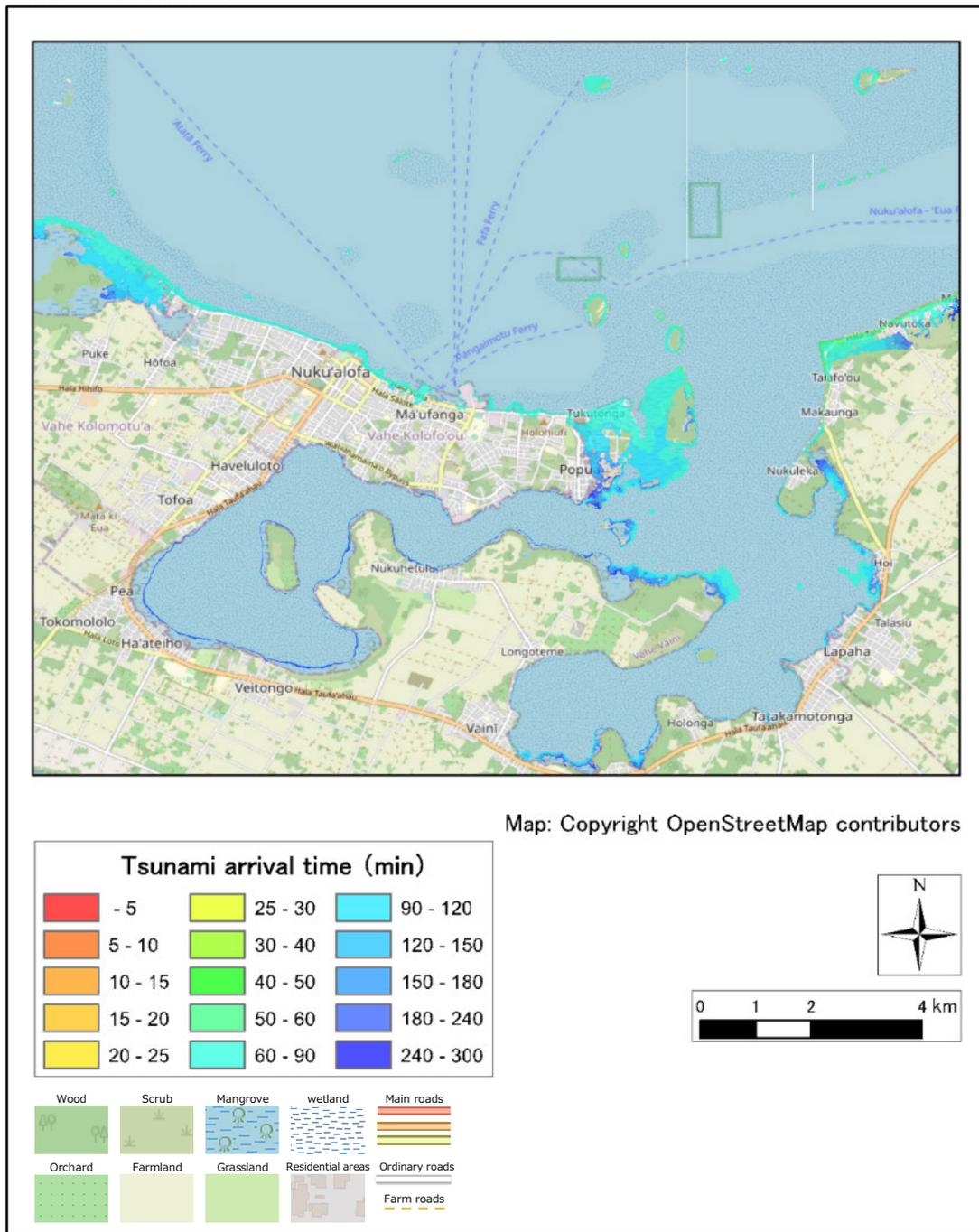
CASE: Volc0-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.235 津波到達時間分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha'pai, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

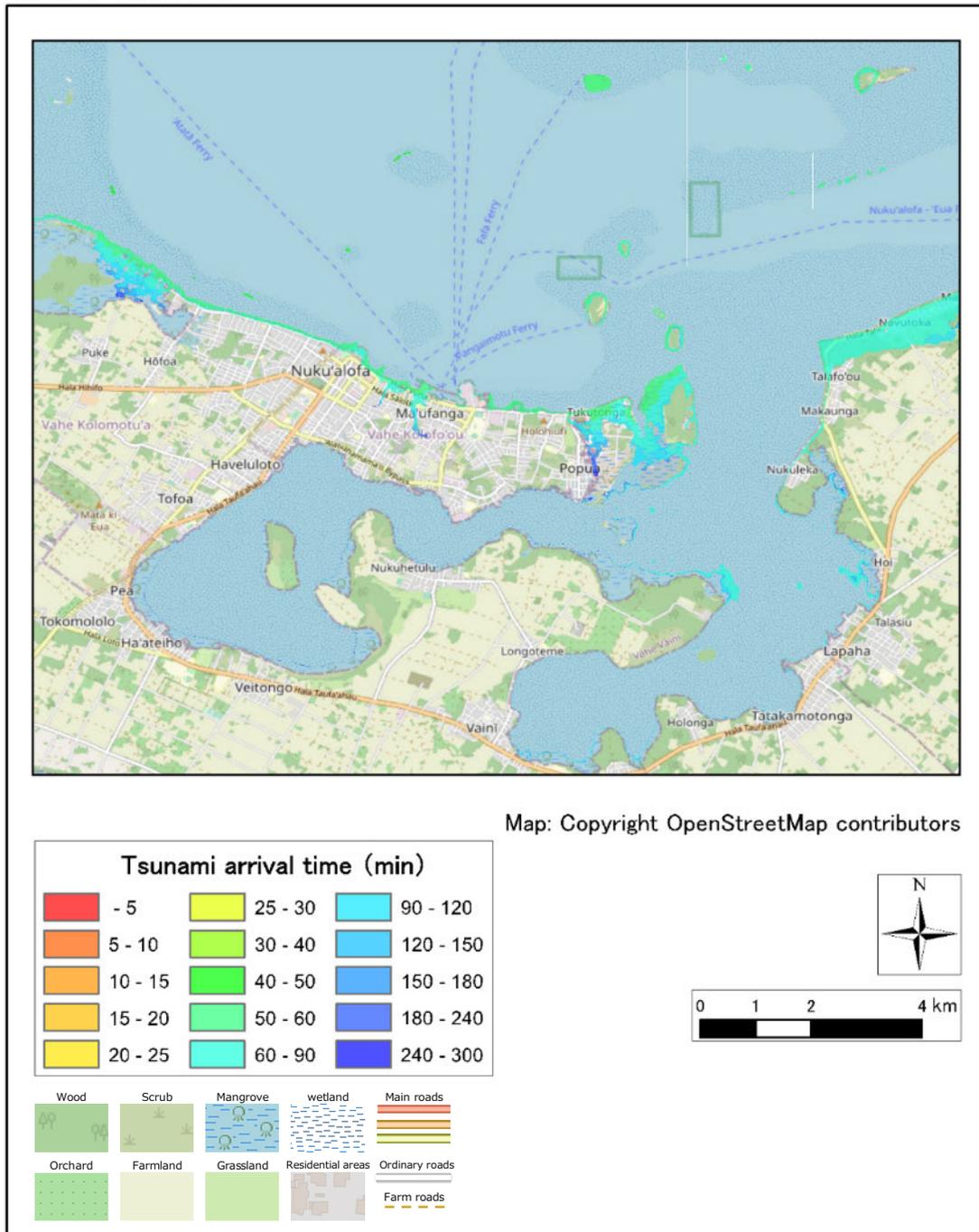
CASE: Volc1-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.236 津波到達時間分布図 (Unnamed1, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

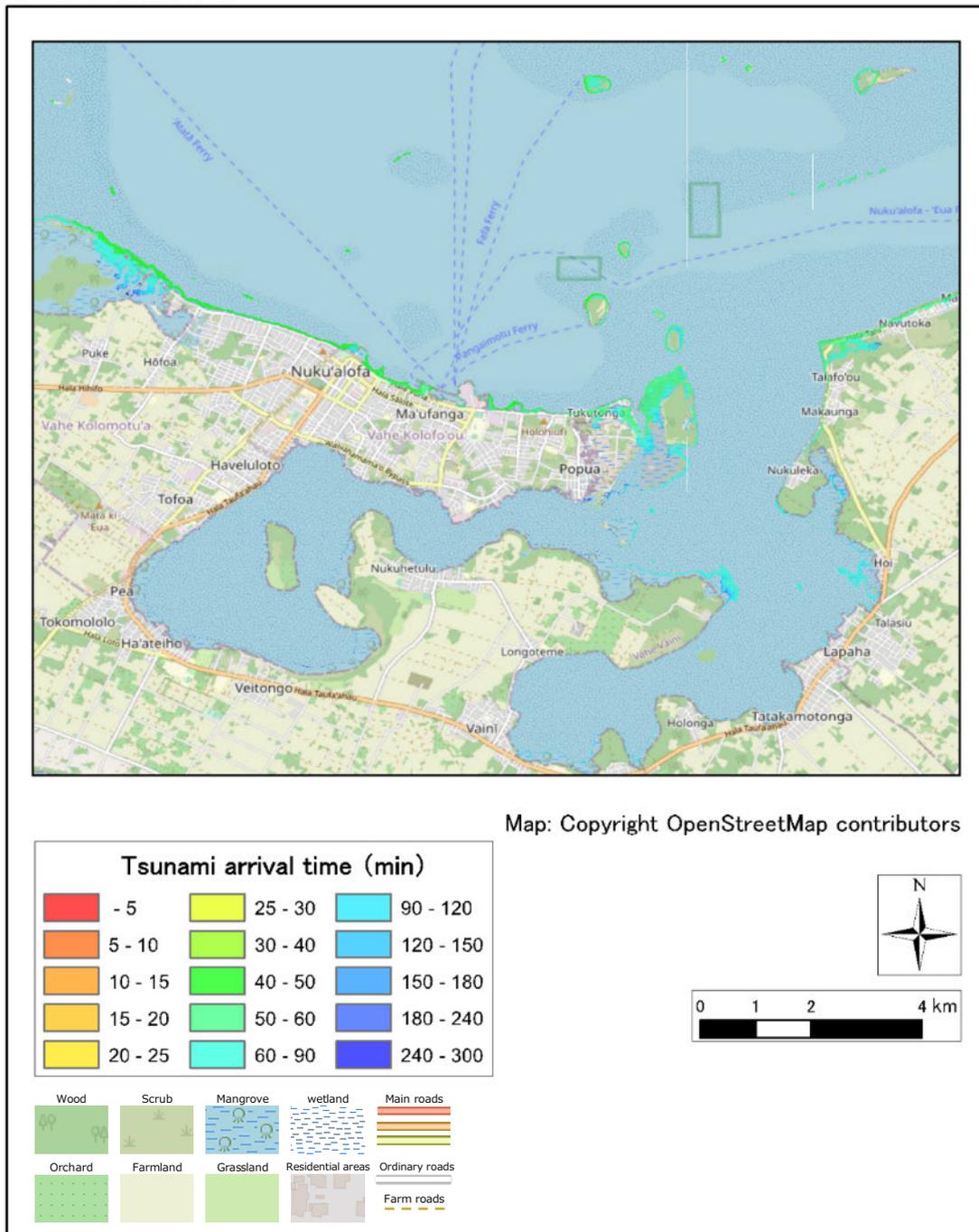
CASE: Volc2-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.237 津波到達時間分布図 (HomeReef, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

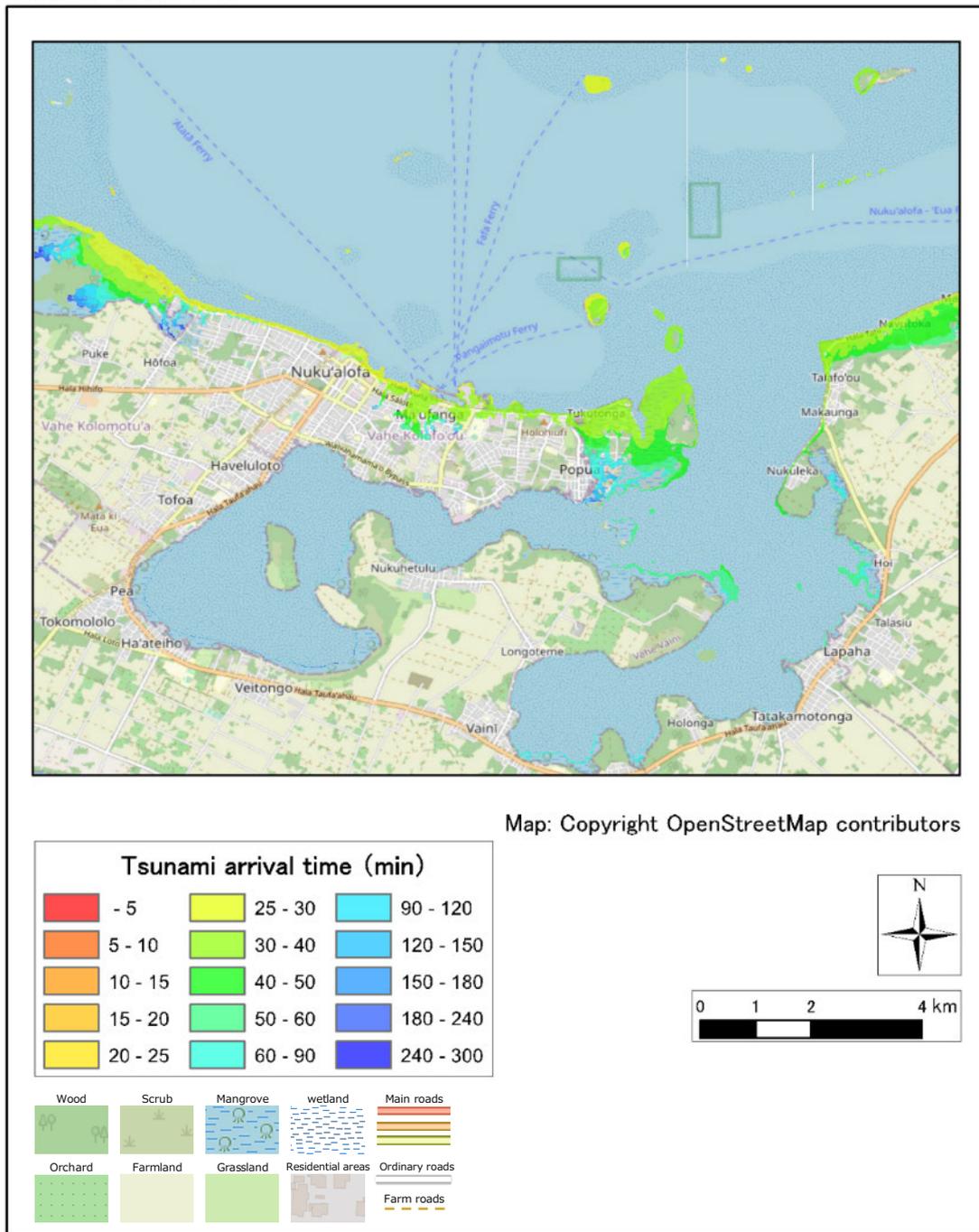
CASE: Volc3-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6. 238 津波到達時間分布図 (Lateiki, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

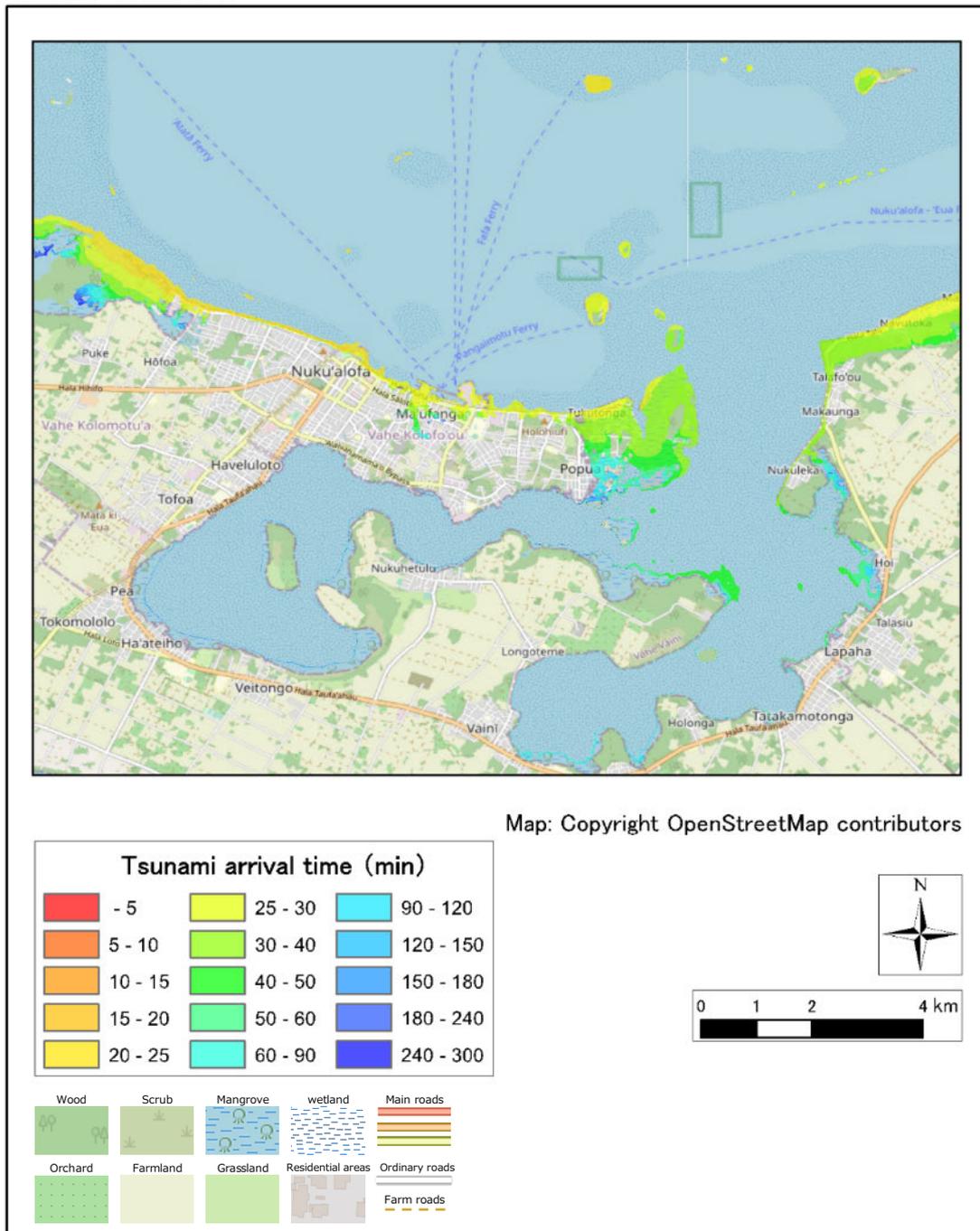
CASE: Volc4-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.239 津波到達時間分布図 (Fonuafu'ou, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

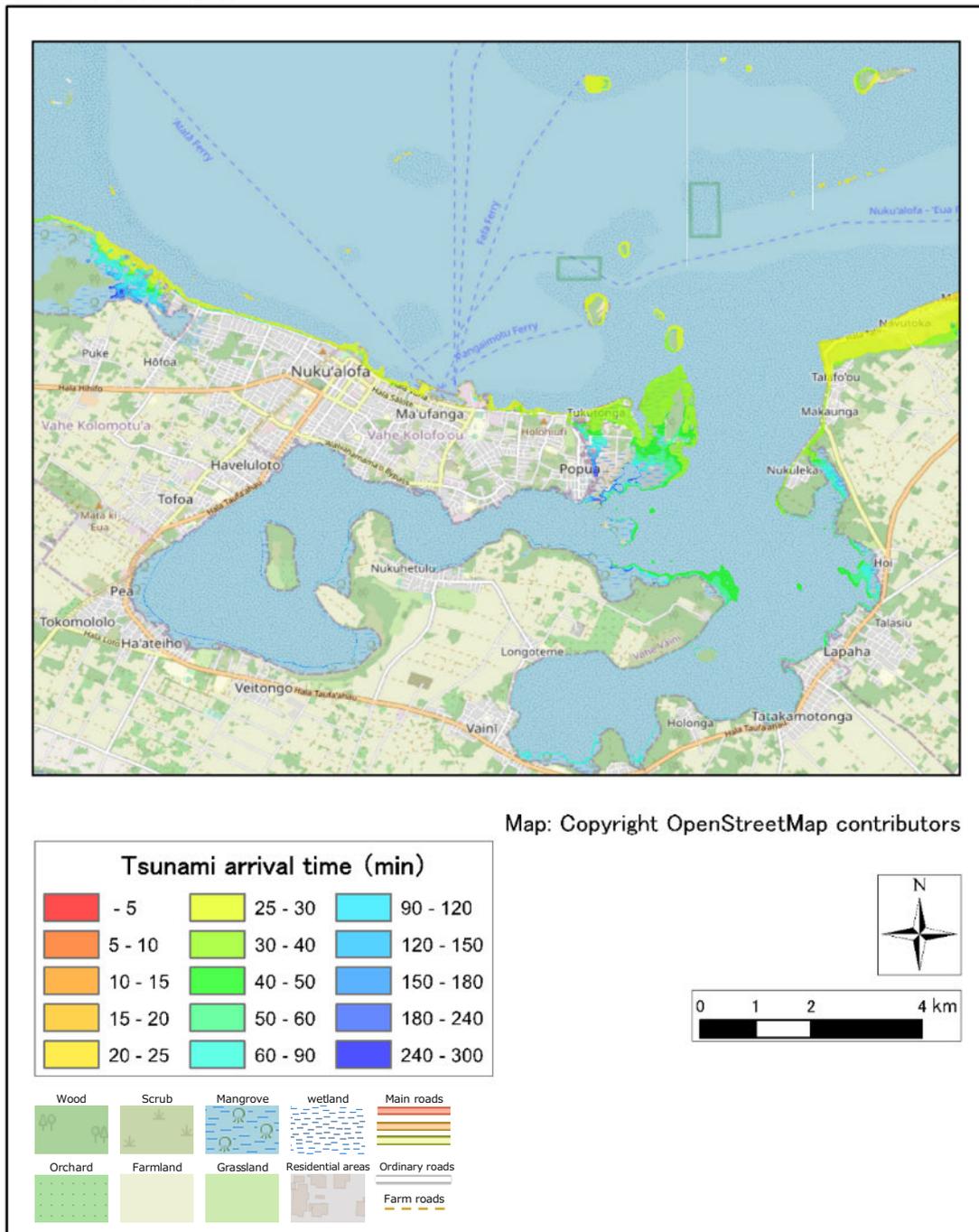
CASE: Volc6-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.241 津波到達時間分布図 (Unamed3, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

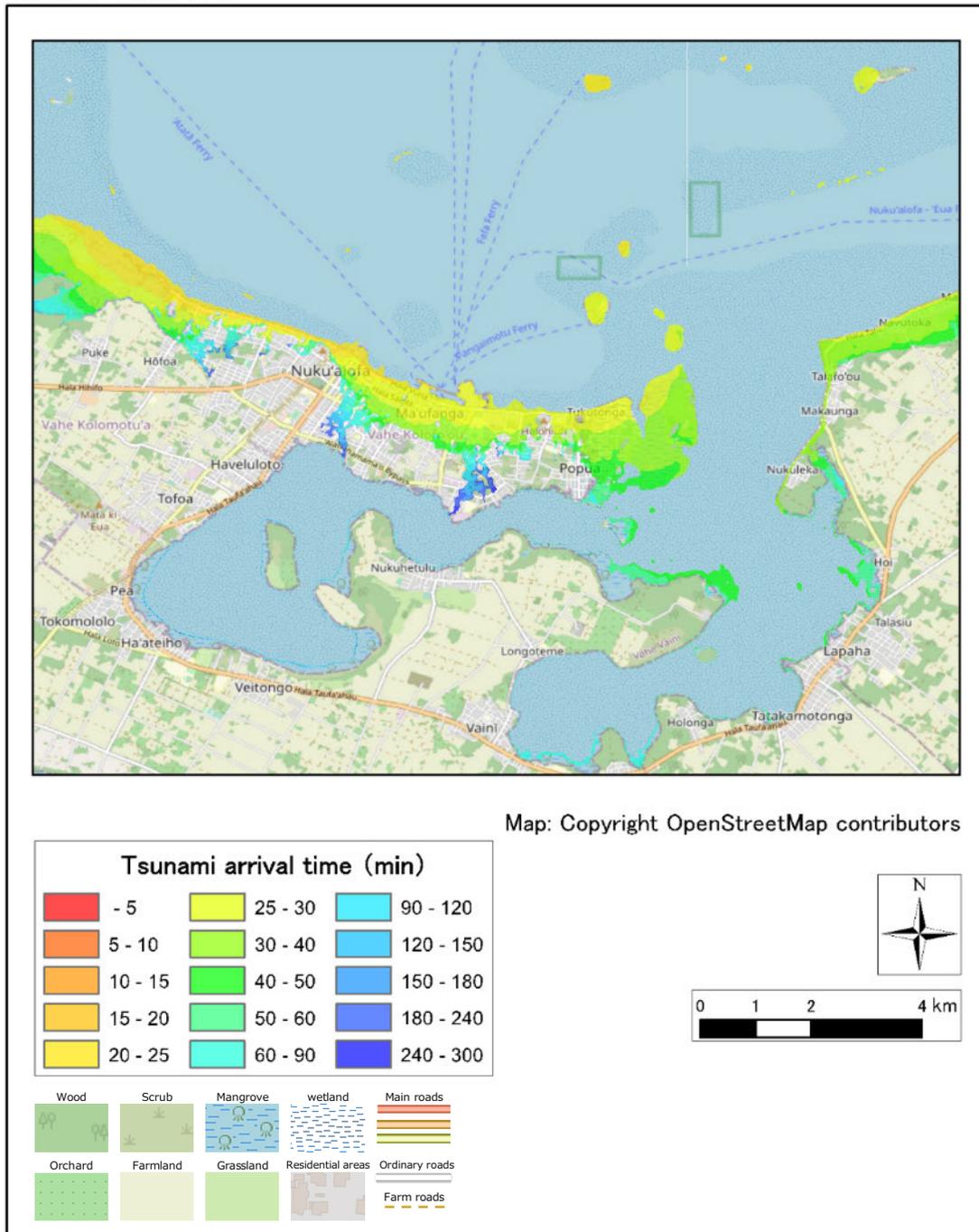
CASE: Volc7-2-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.242 津波到達時間分布図 (Unamed4, H=60m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

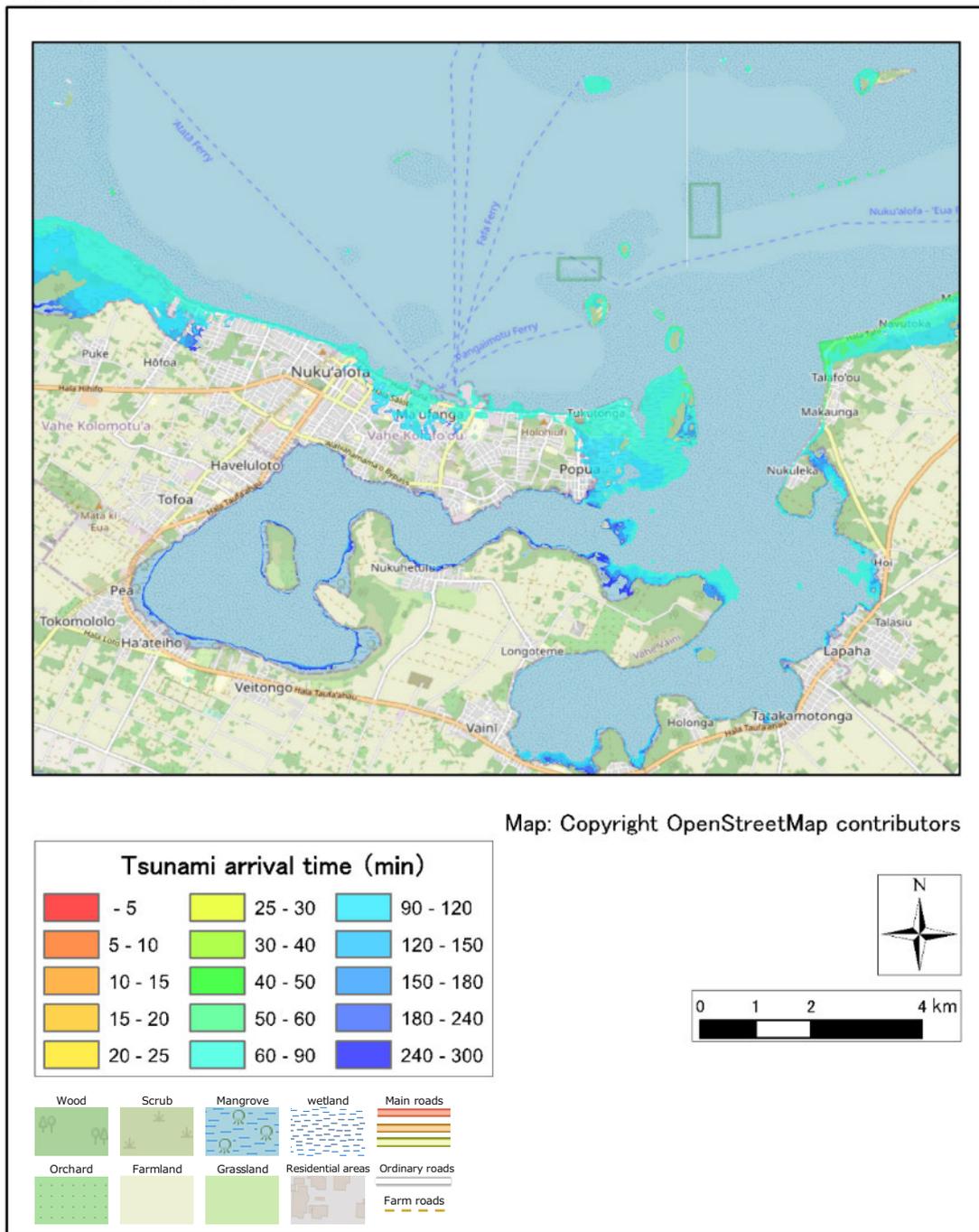
CASE: Volc0-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.243 津波到達時間分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha'pai, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

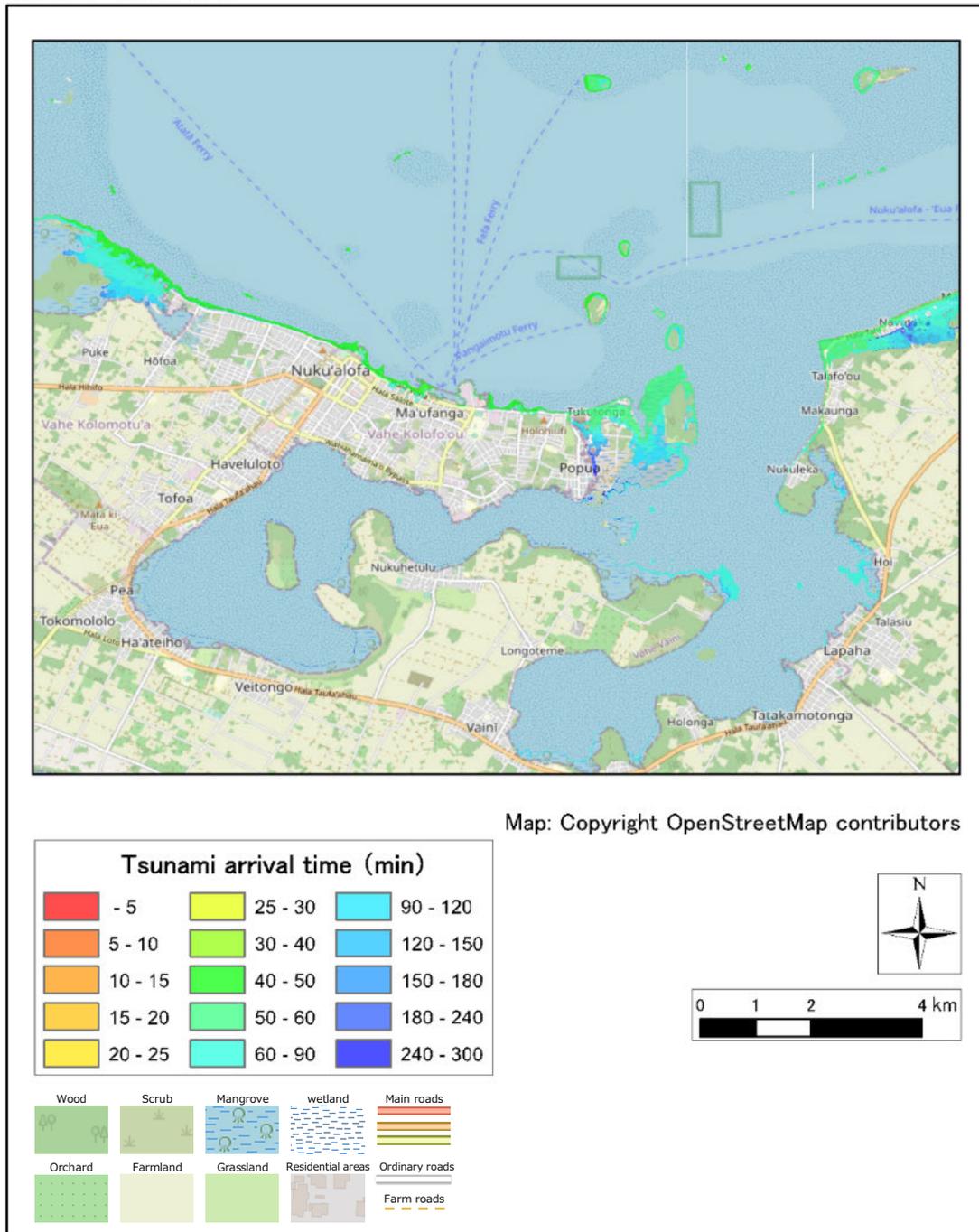
CASE: Volc1-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.244 津波到達時間分布図 (Unnamed1, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

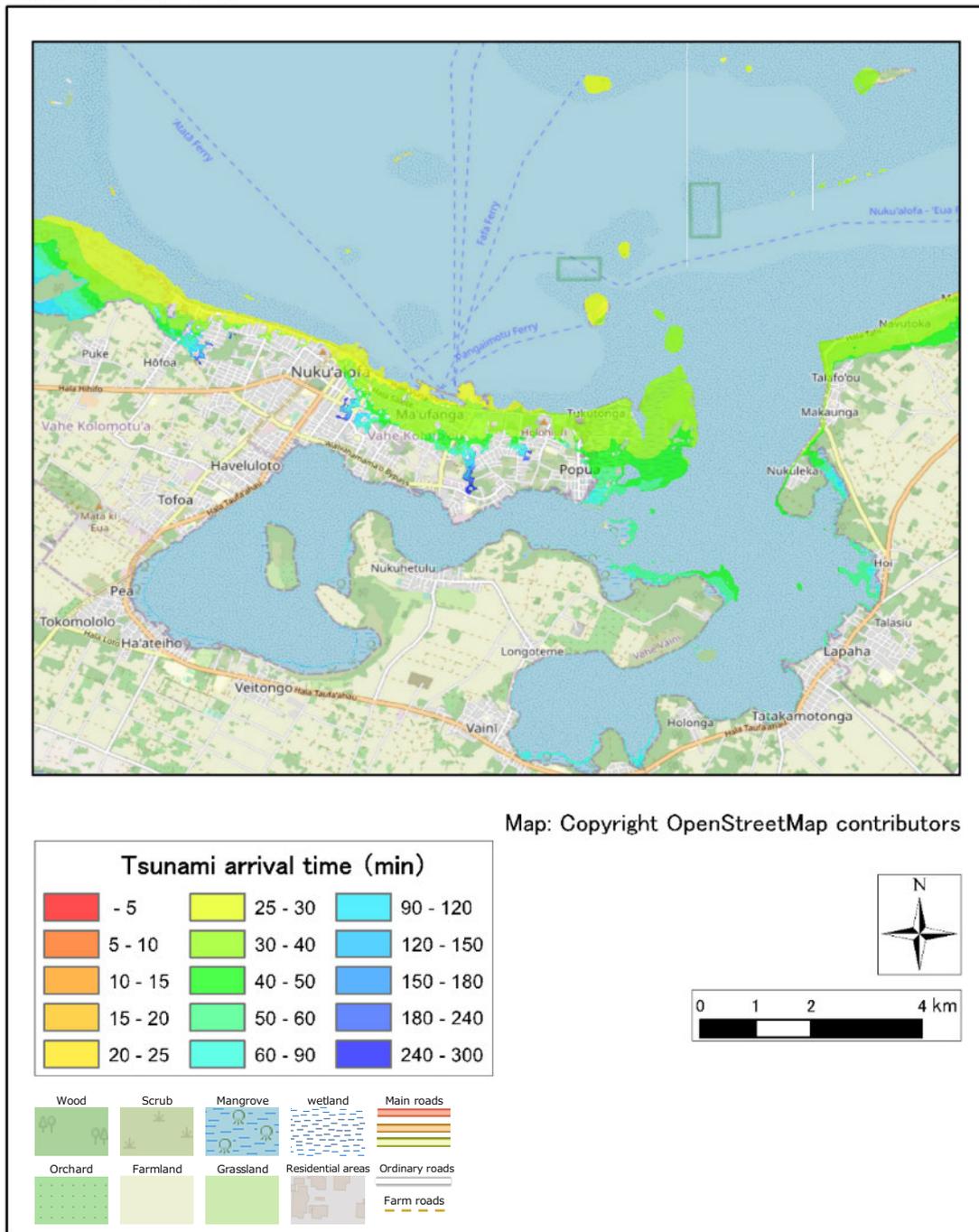
CASE: Volc3-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.246 津波到達時間分布図 (Lateiki, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

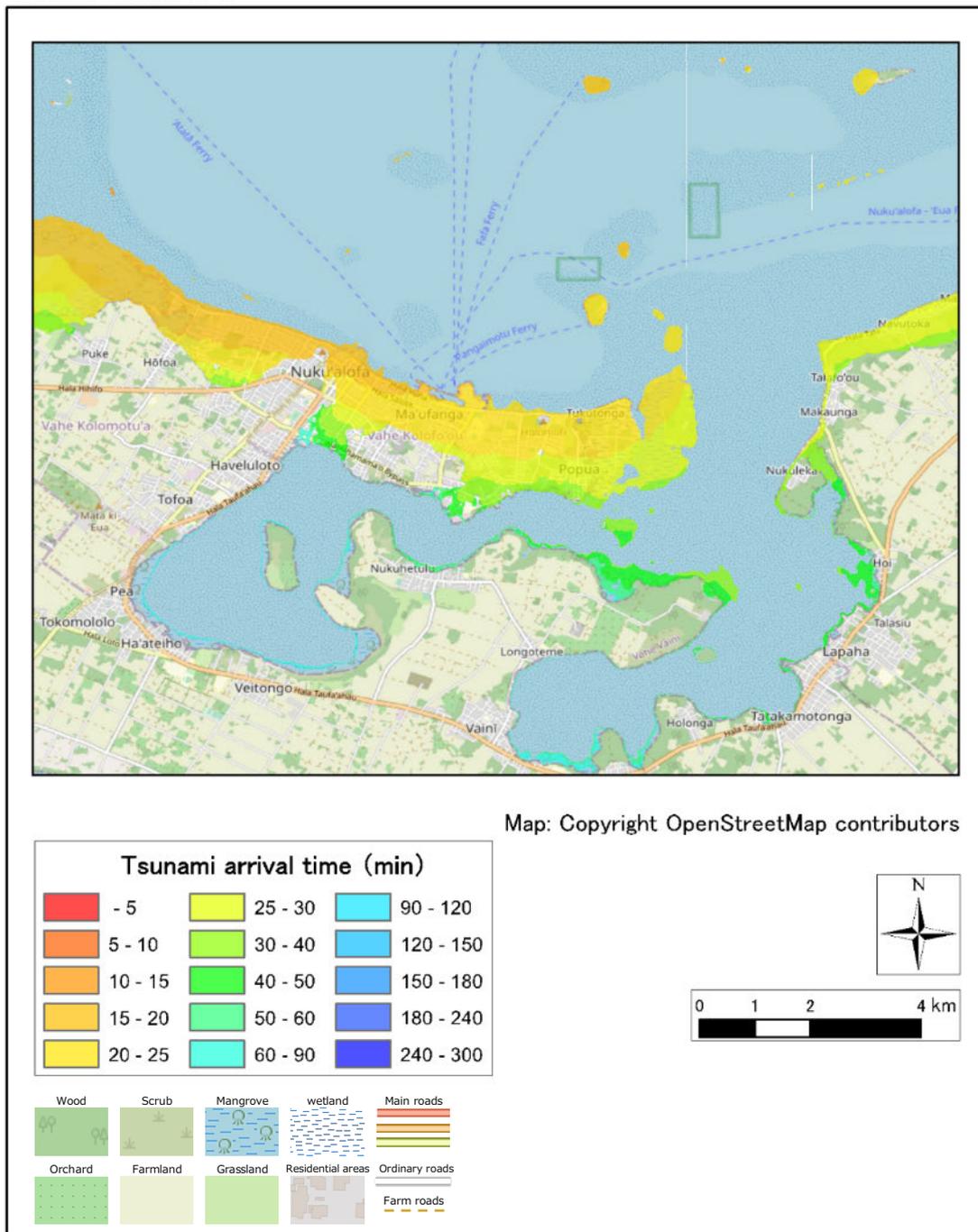
CASE: Volc4-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.247 津波到達時間分布図 (Fonuafo'ou, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

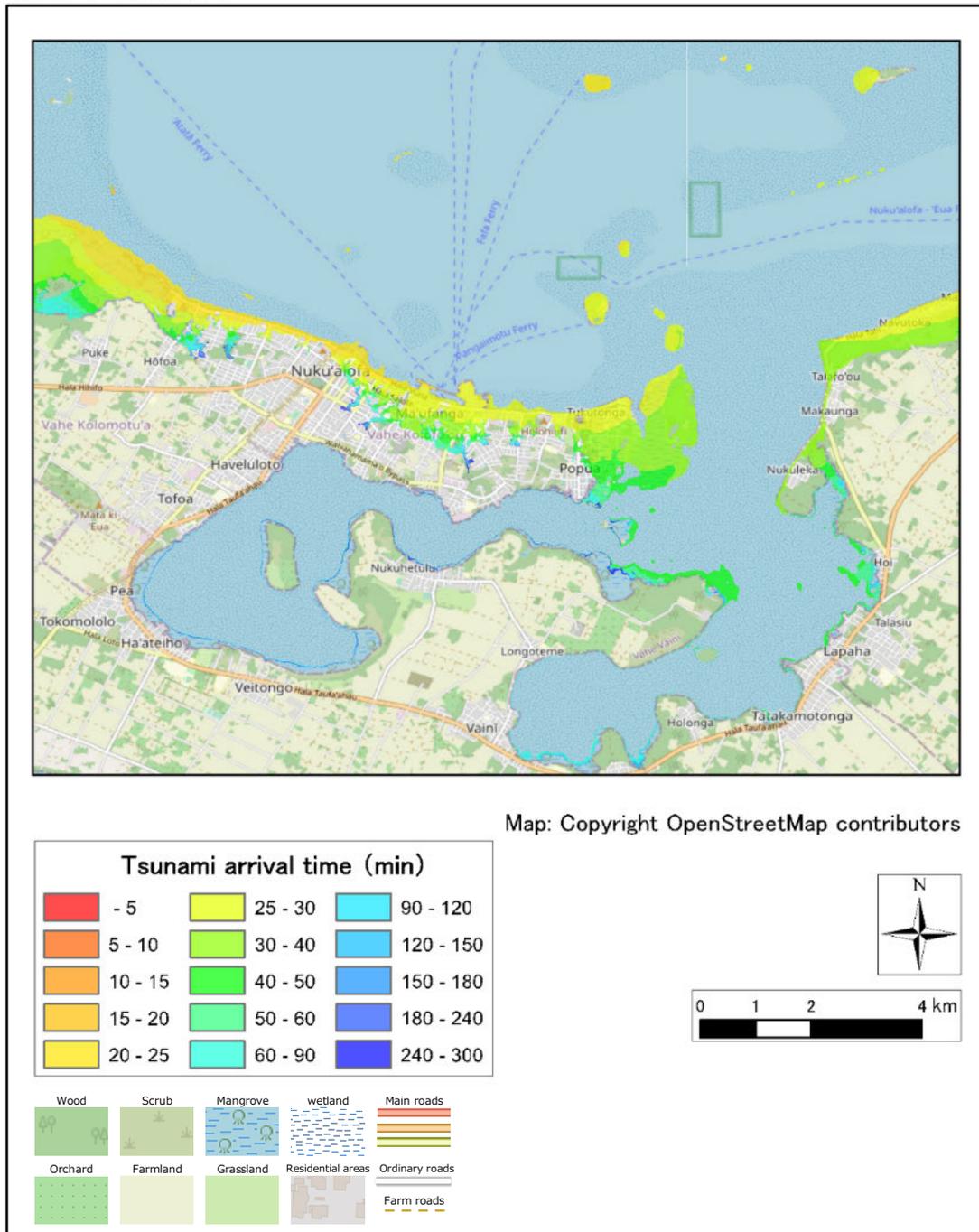
CASE: Volc5-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.248 津波到達時間分布図 (Unamed2, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

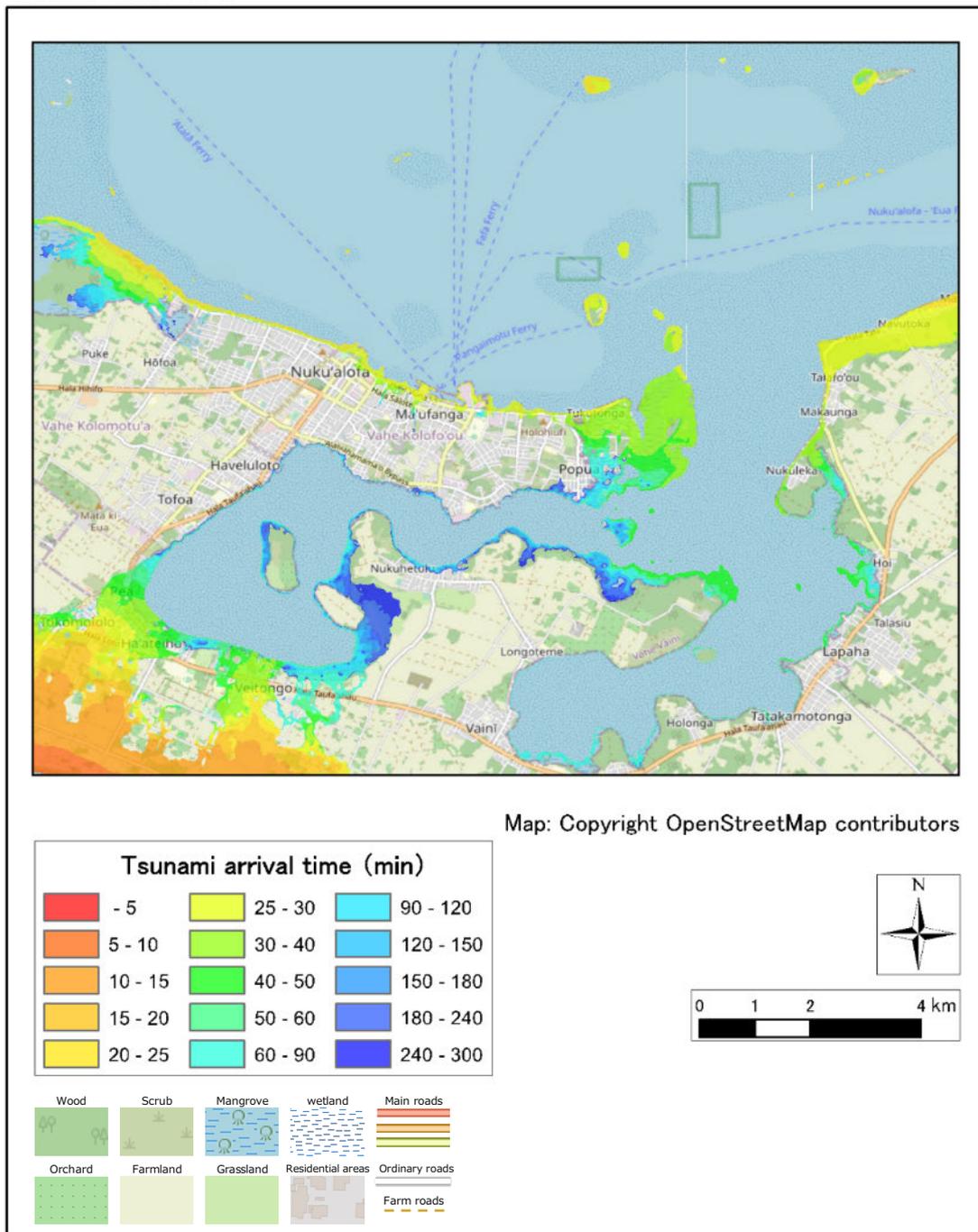
CASE: Volc6-3-4



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.249 津波到達時間分布図 (Unamed3, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

CASE: Volc7-3-4



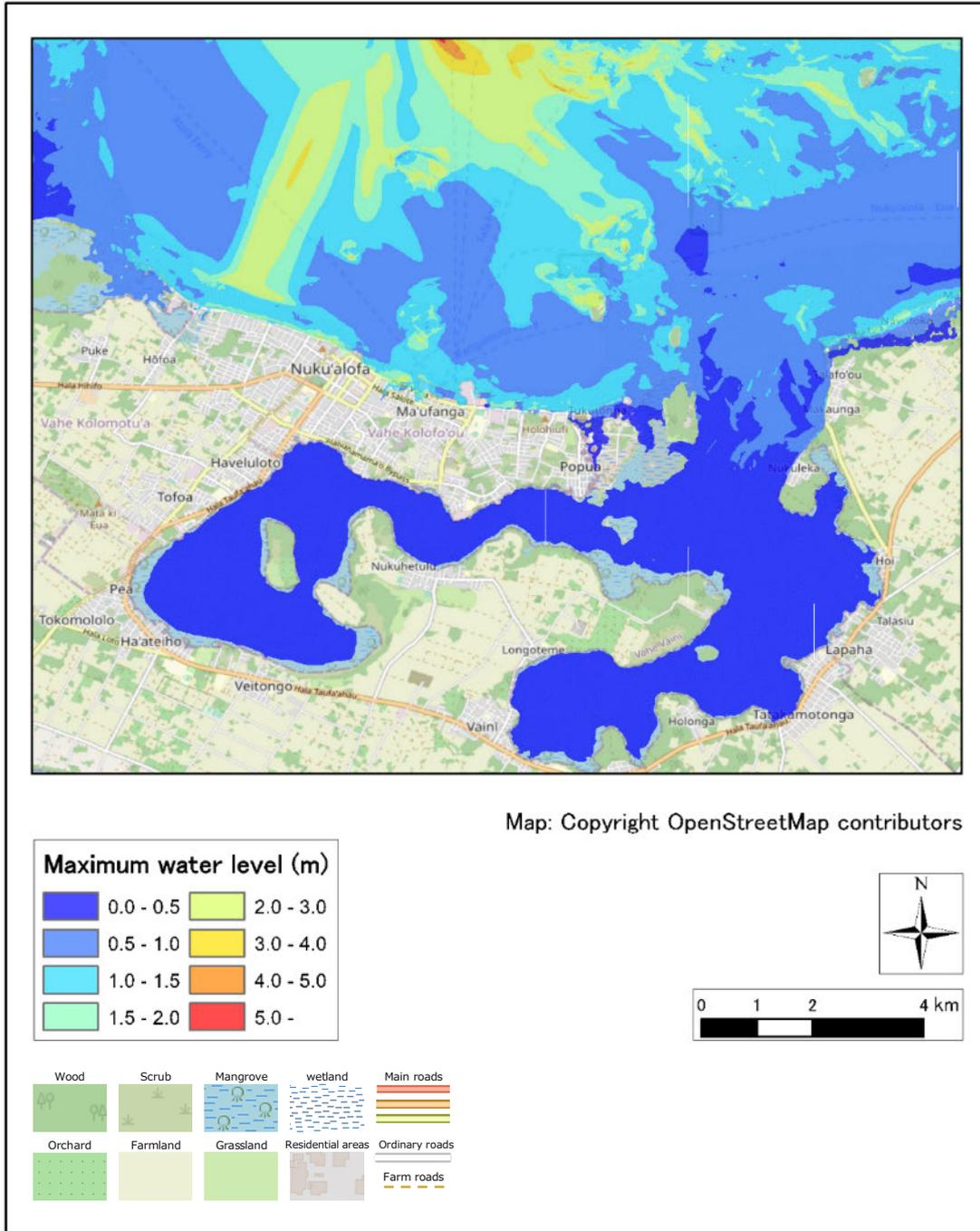
出典：JICA 調査団作成

図 2.6.250 津波到達時間分布図 (Unamed4, H=90m 対策護岸 M.S.L.+3.0m)

2) 対策護岸高 (M.S.L.+4.0m) とした場合

a. 最大水位分布図

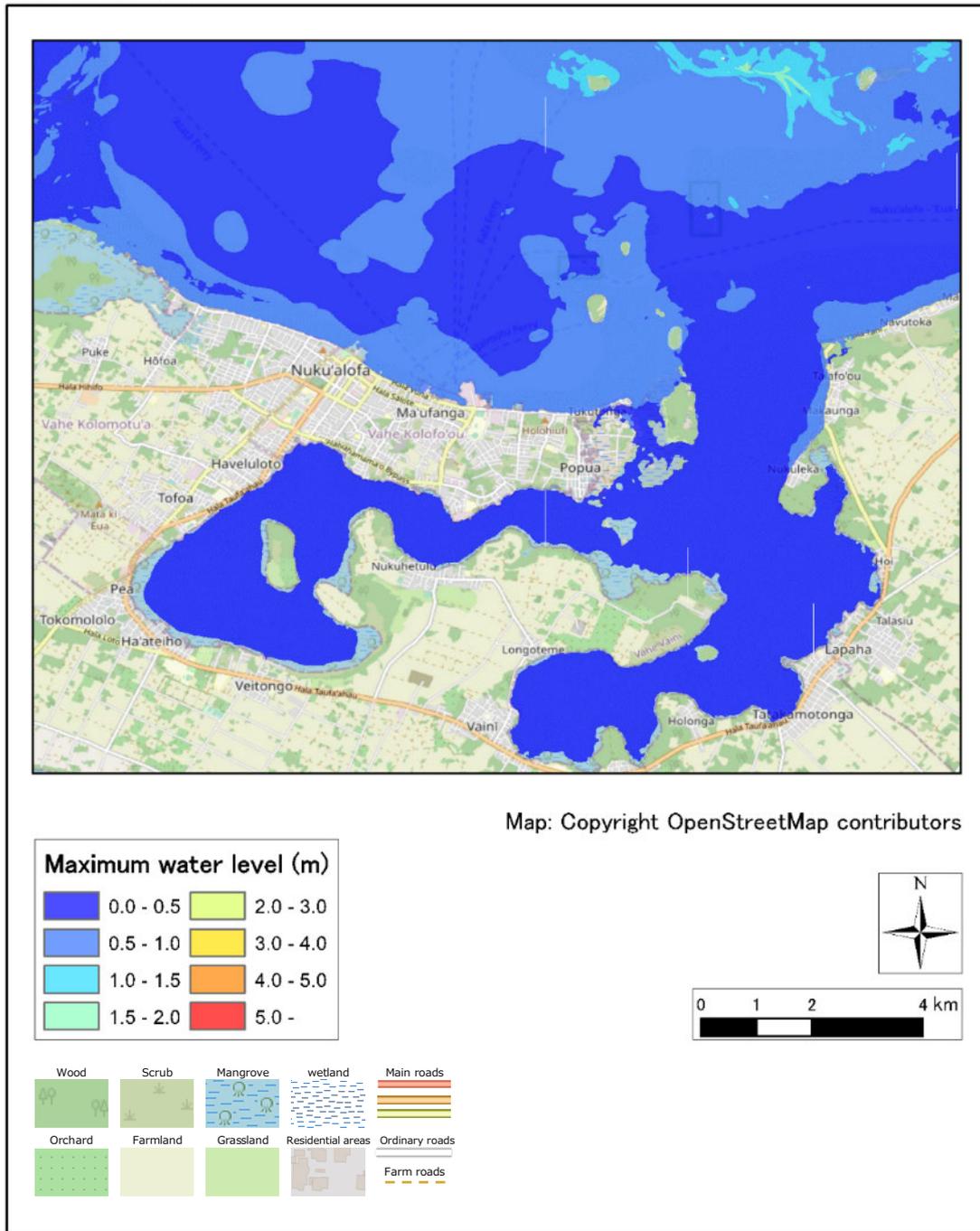
CASE : Volc0-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.251 最大水位分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha'pai, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

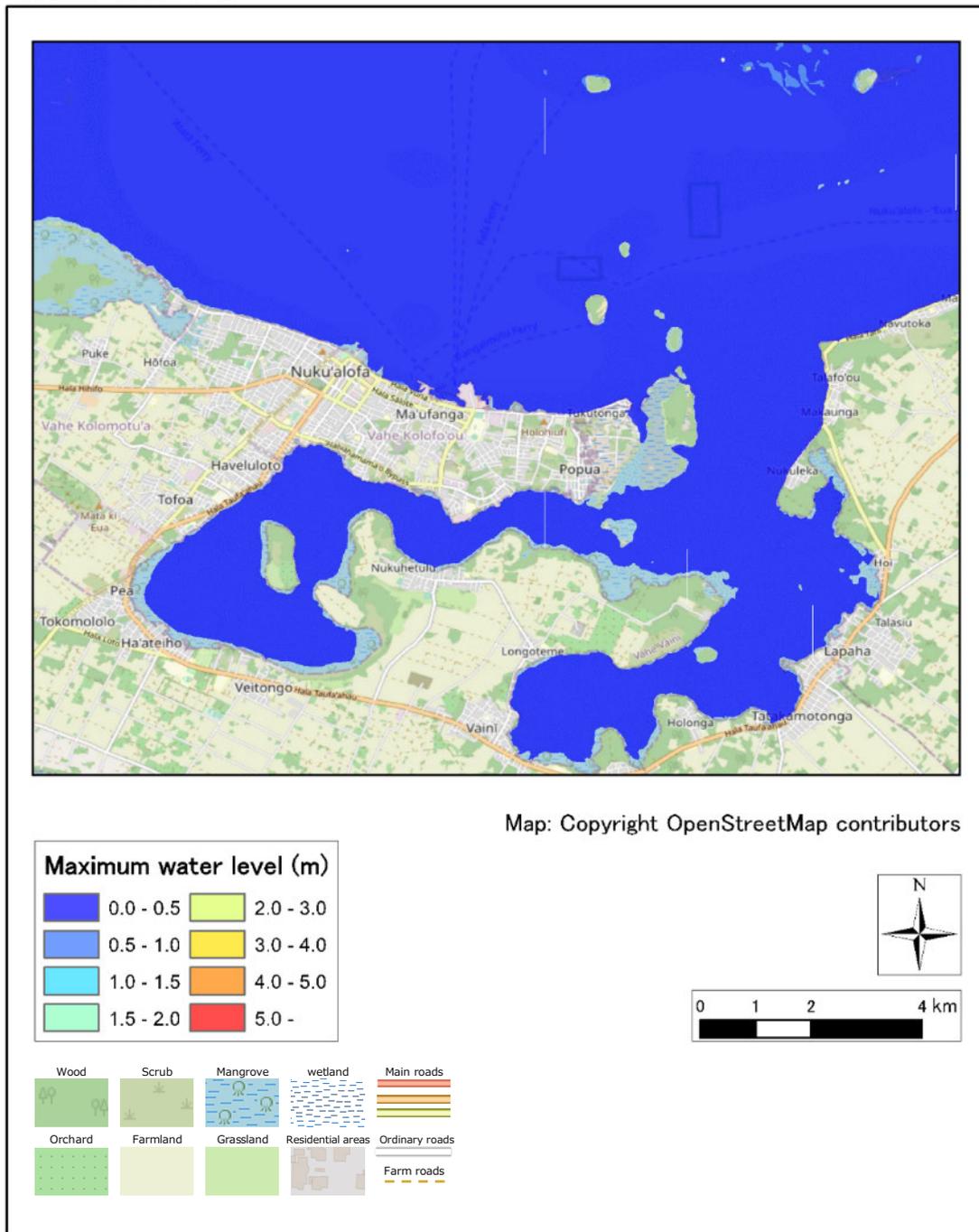
CASE: Volc1-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.252 最大水位分布図 (Unnamed1, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

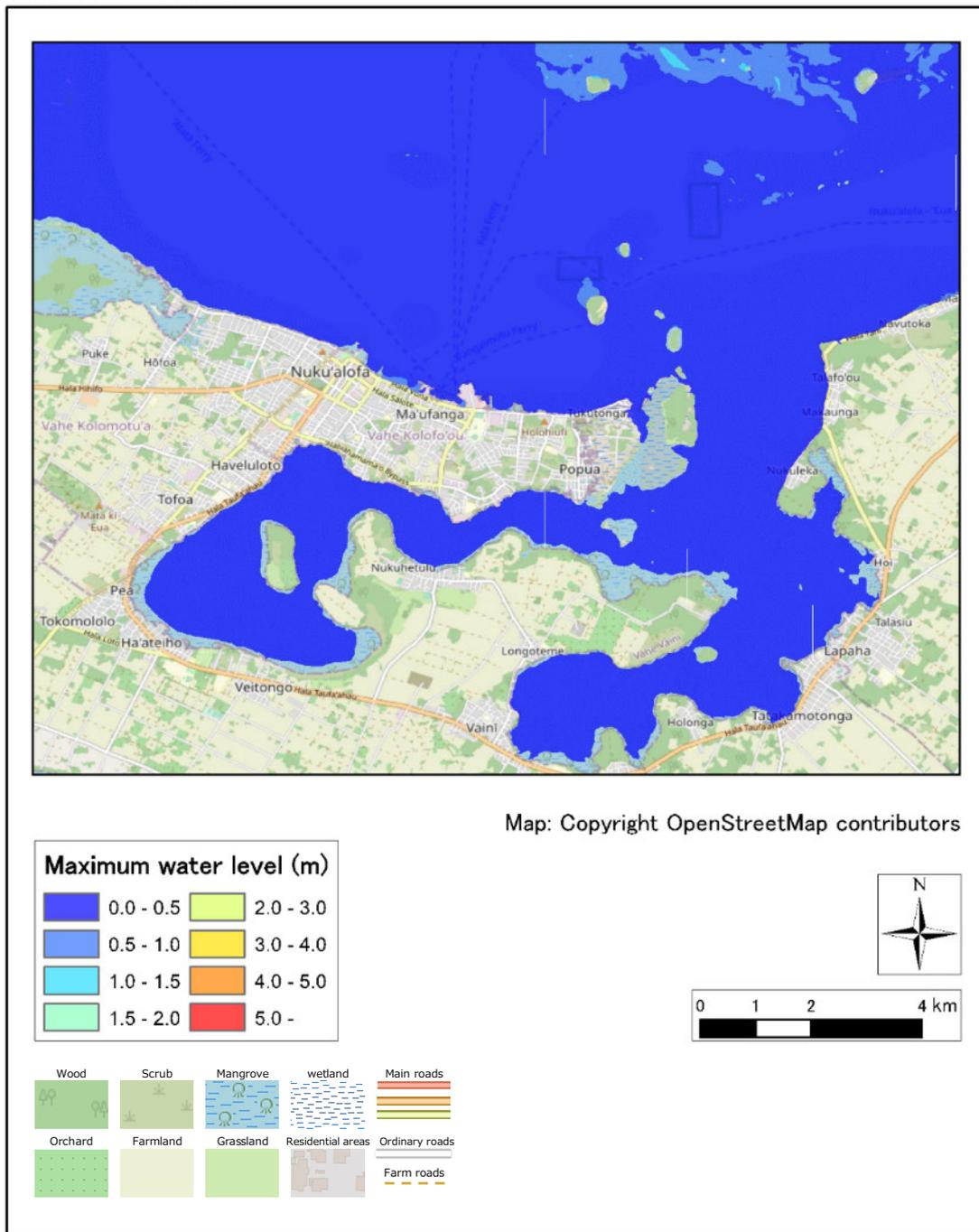
CASE: Volc2-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.253 最大水位分布図 (HomeReef, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

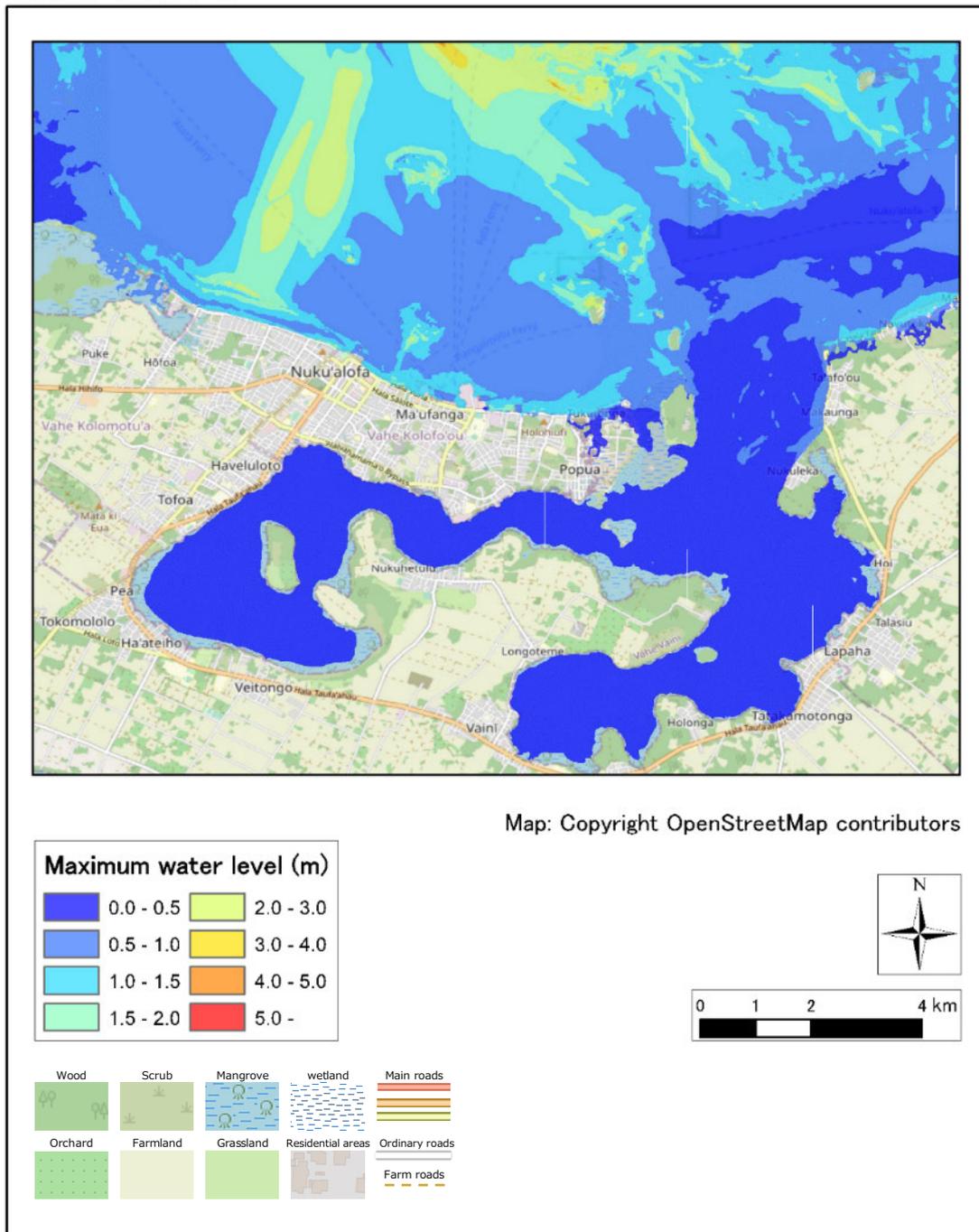
CASE: Volc3-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.254 最大水位分布図 (Lateiki, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

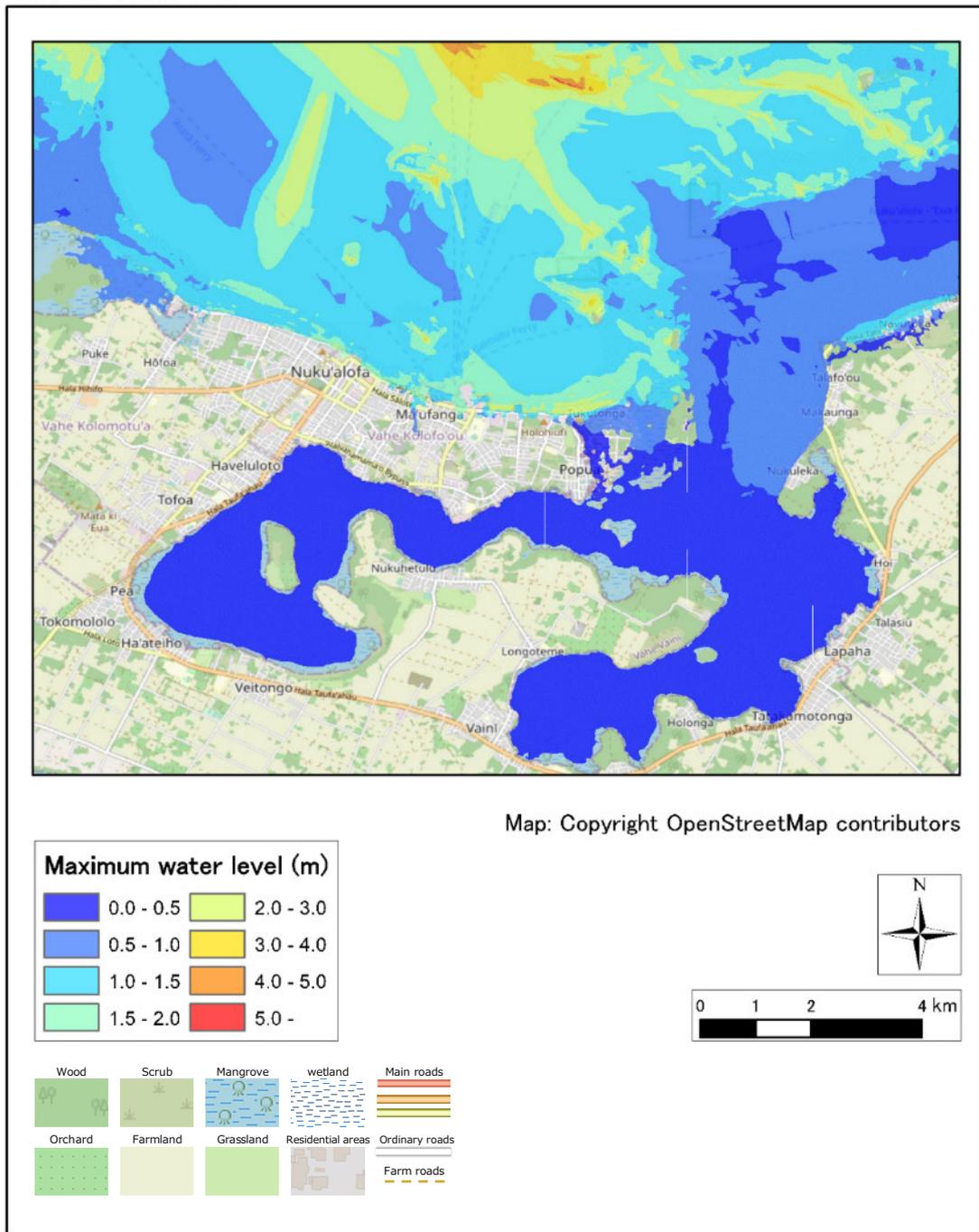
CASE: Volc4-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.255 最大水位分布図 (Fonuafo'ou H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

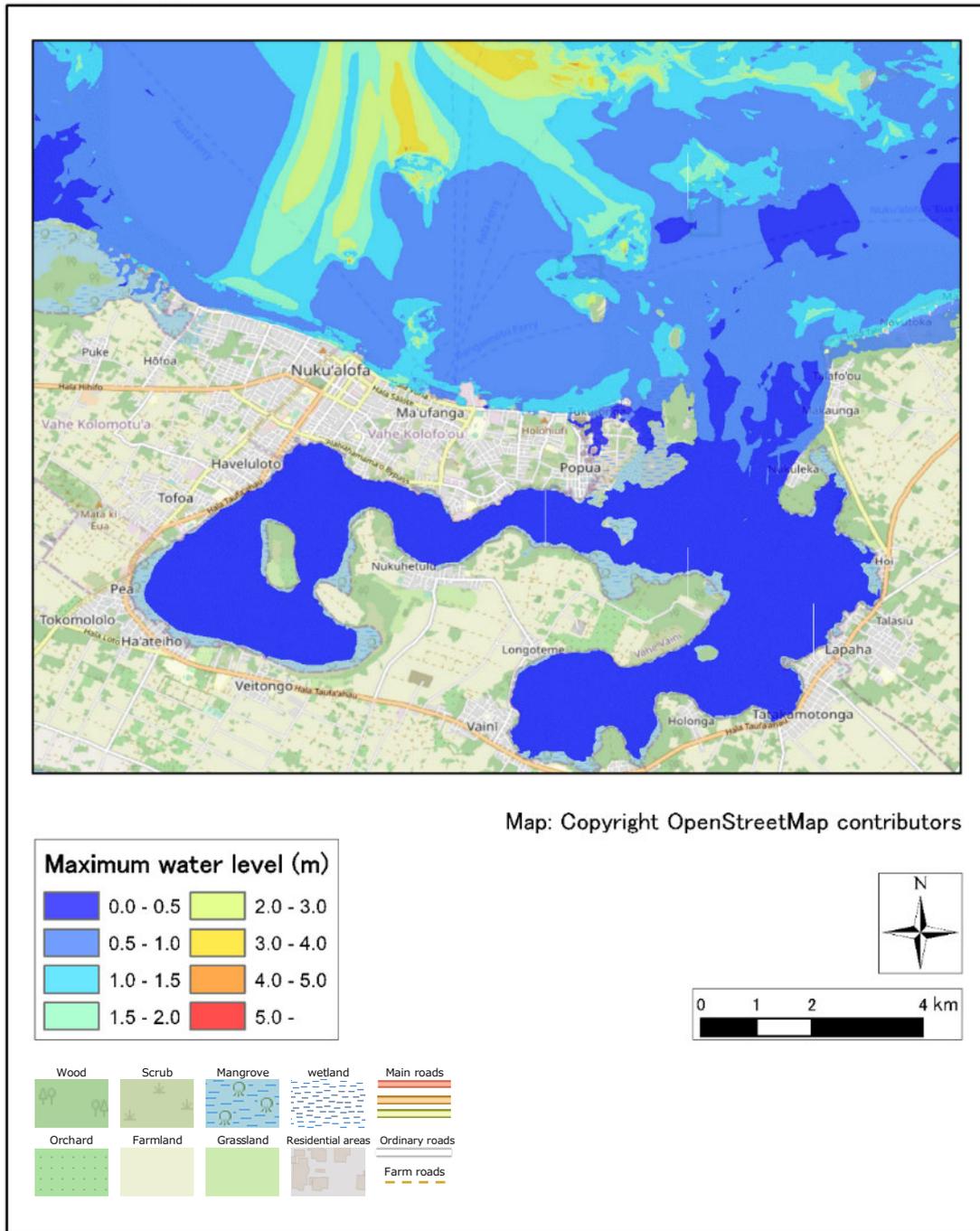
CASE: Volc5-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.256 最大水位分布図 (Unnamed2, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

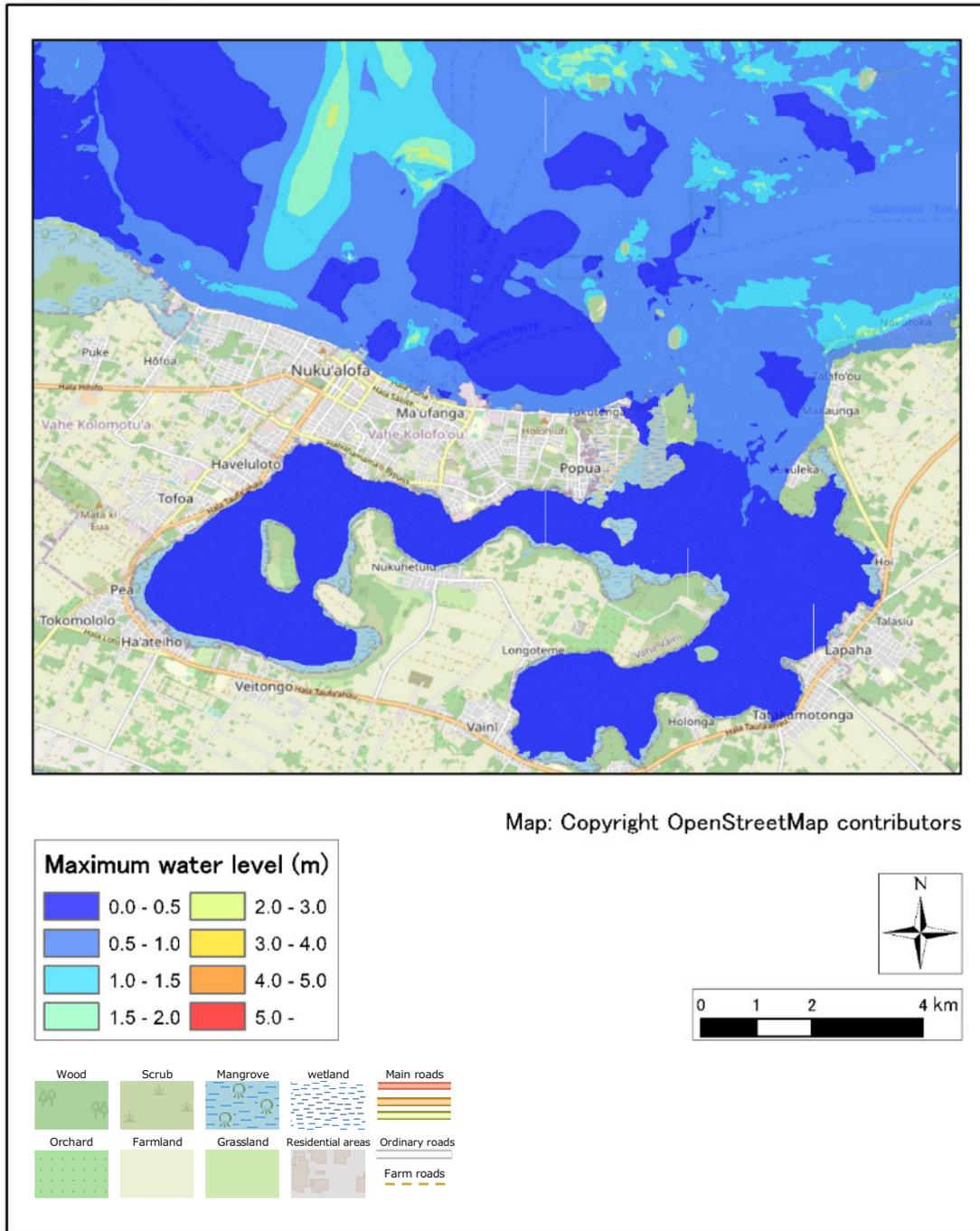
CASE: Volc6-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.257 最大水位分布図 (Unnamed3, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

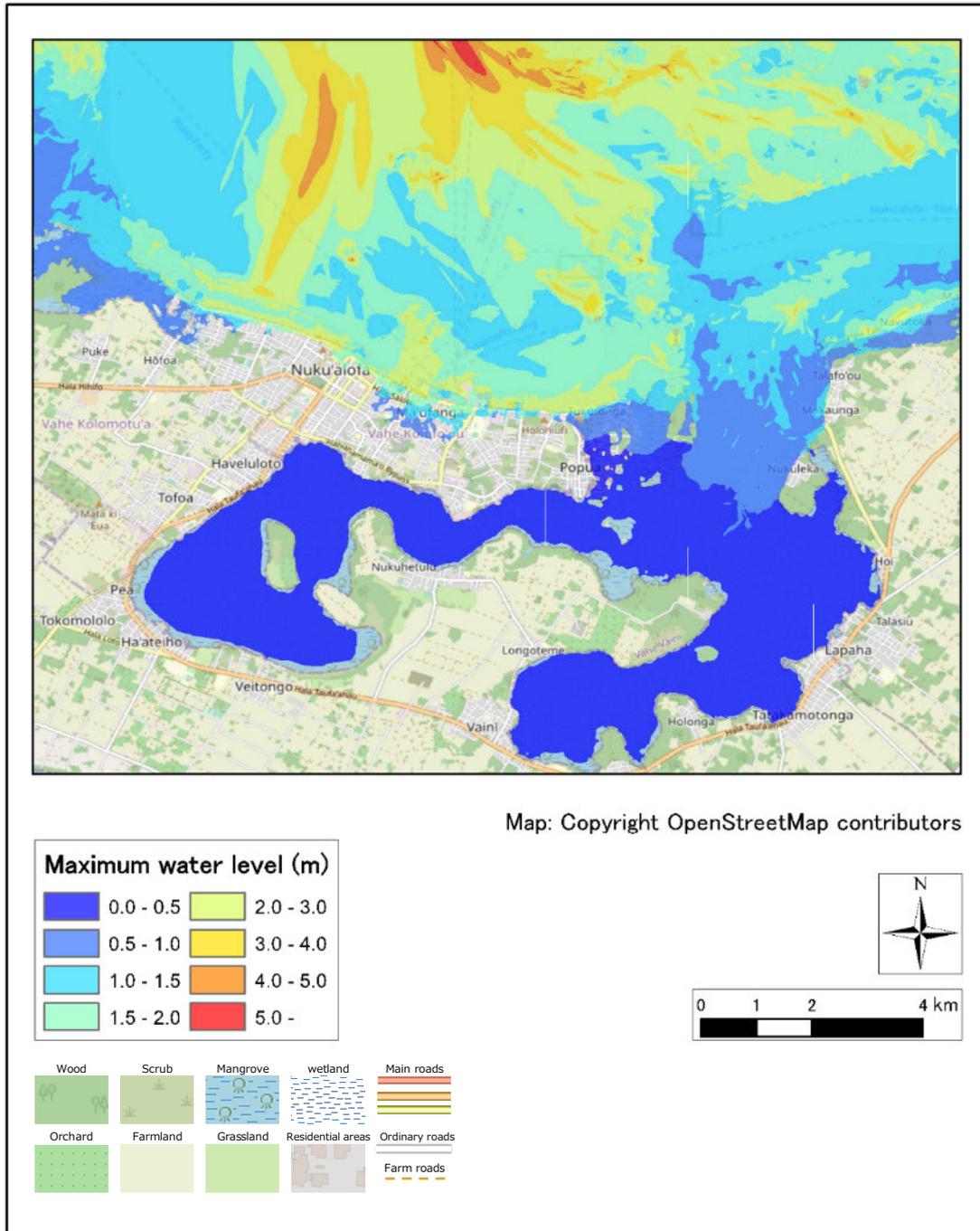
CASE: Volc7-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.258 最大水位分布図 (Unnamed4, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

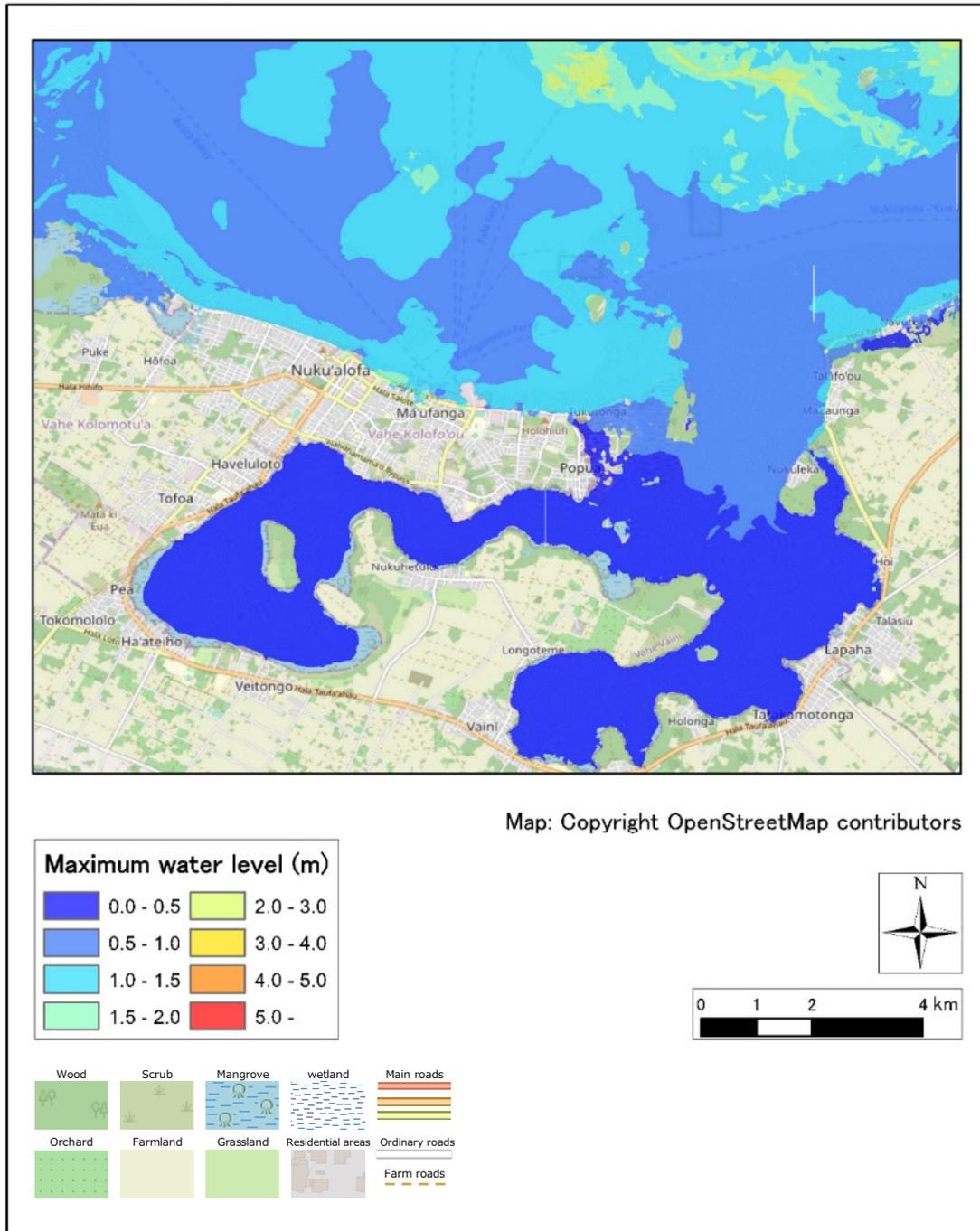
CASE: Volc0-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.259 最大水位分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha'pai, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

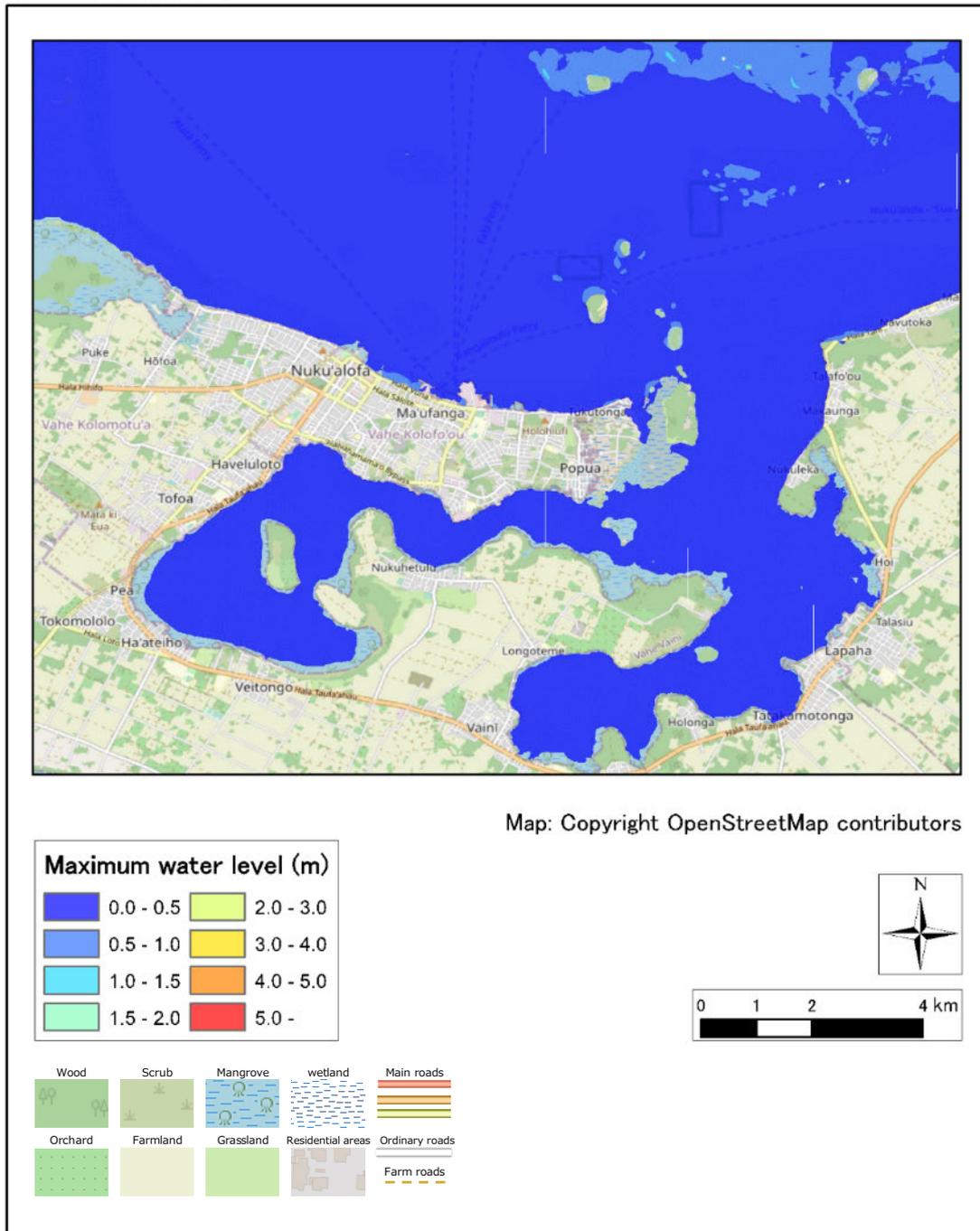
CASE: Volc1-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.260 最大水位分布図 (Unnamed1, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

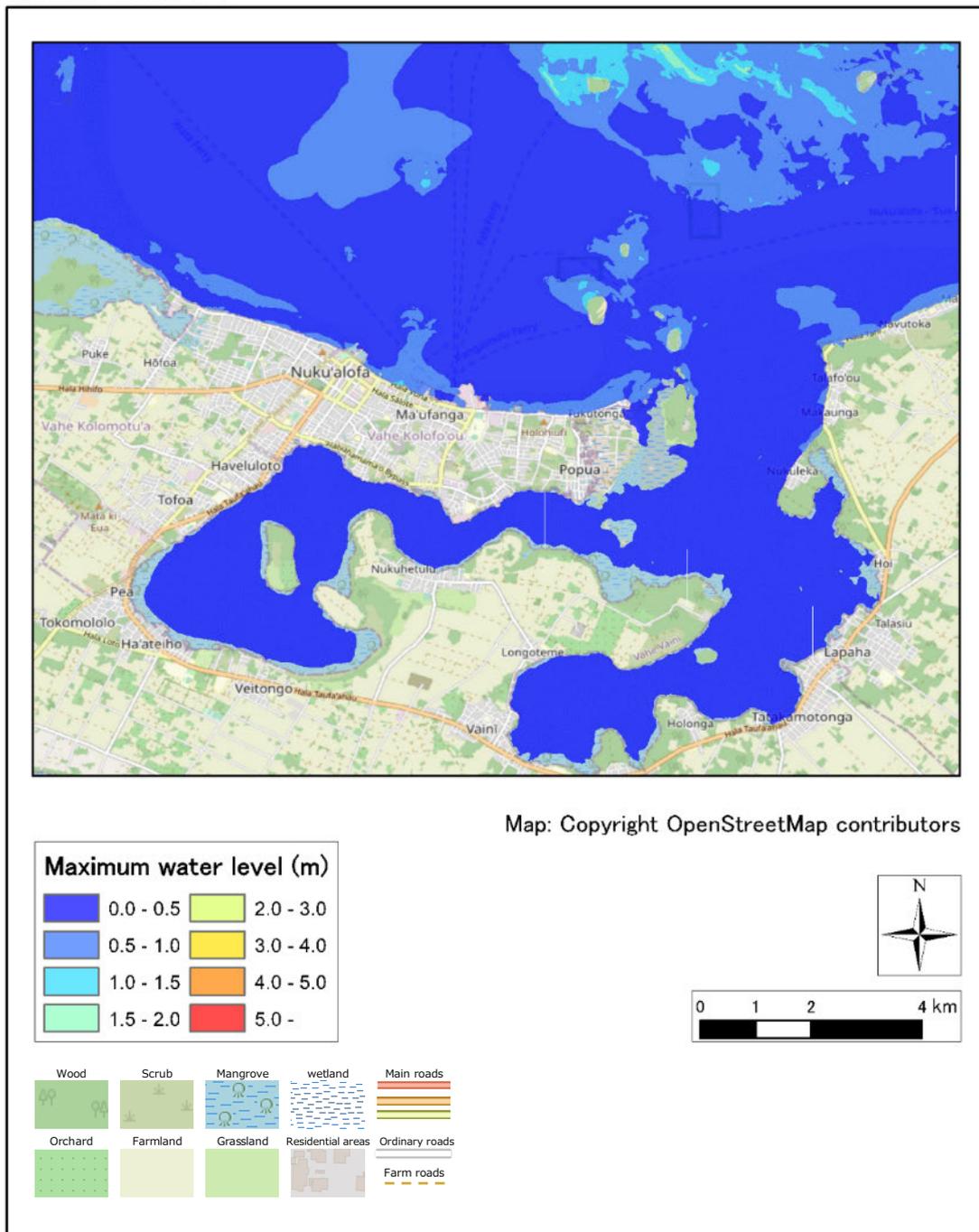
CASE: Volc2-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.261 最大水位分布図 (HomeReef, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

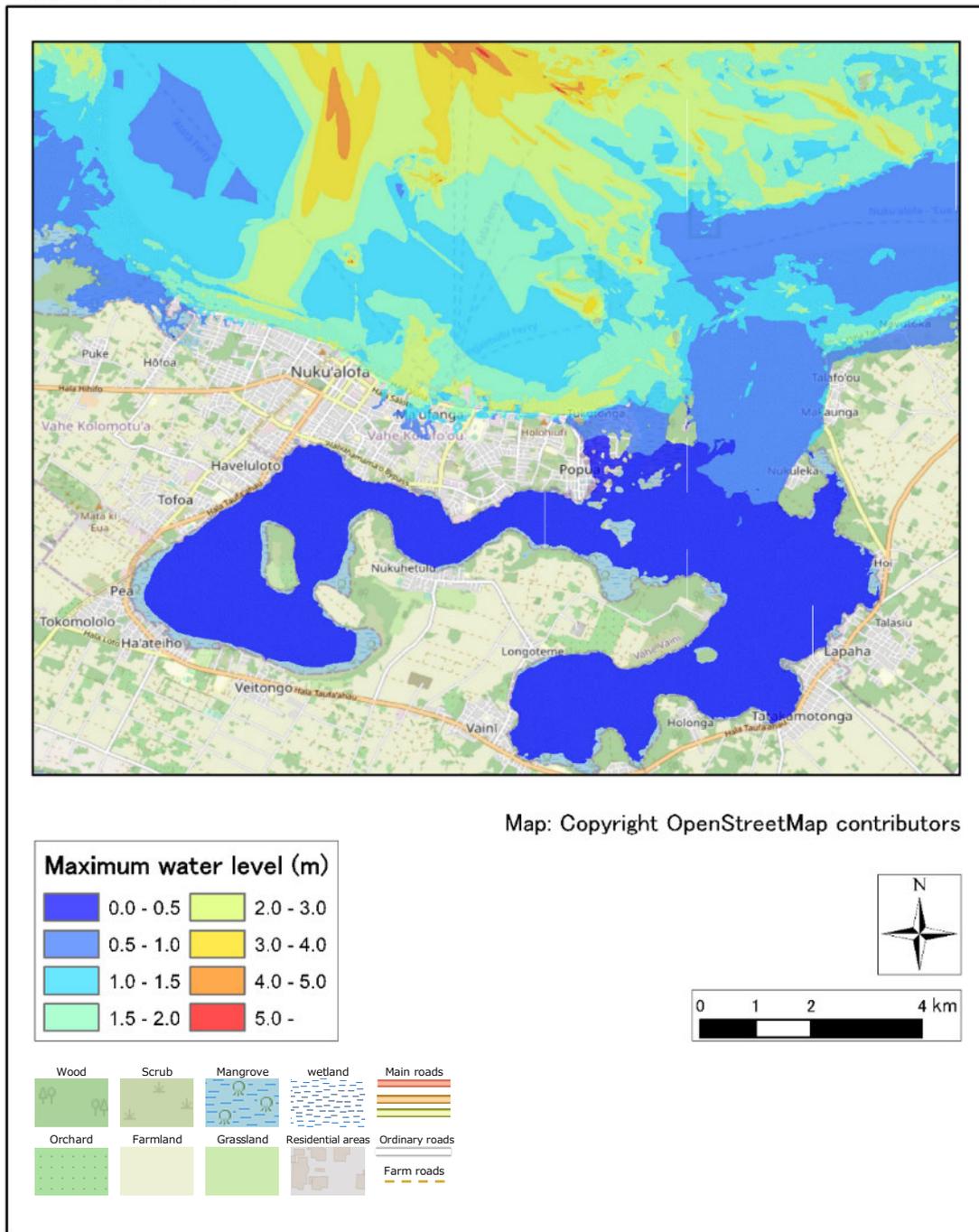
CASE: Volc3-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.262 最大水位分布図 (Lateiki, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

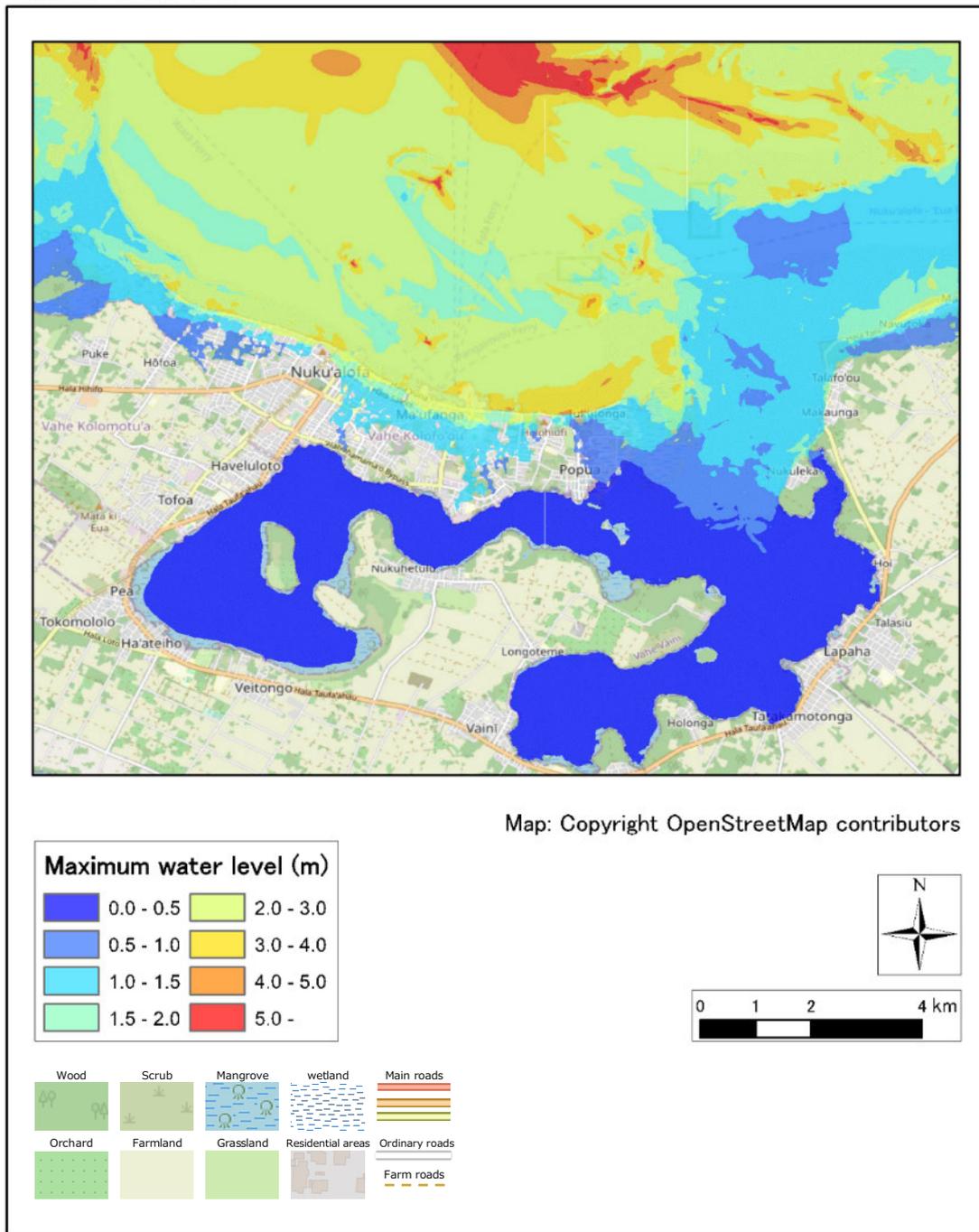
CASE: Volc4-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.263 最大水位分布図 (Fofu, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

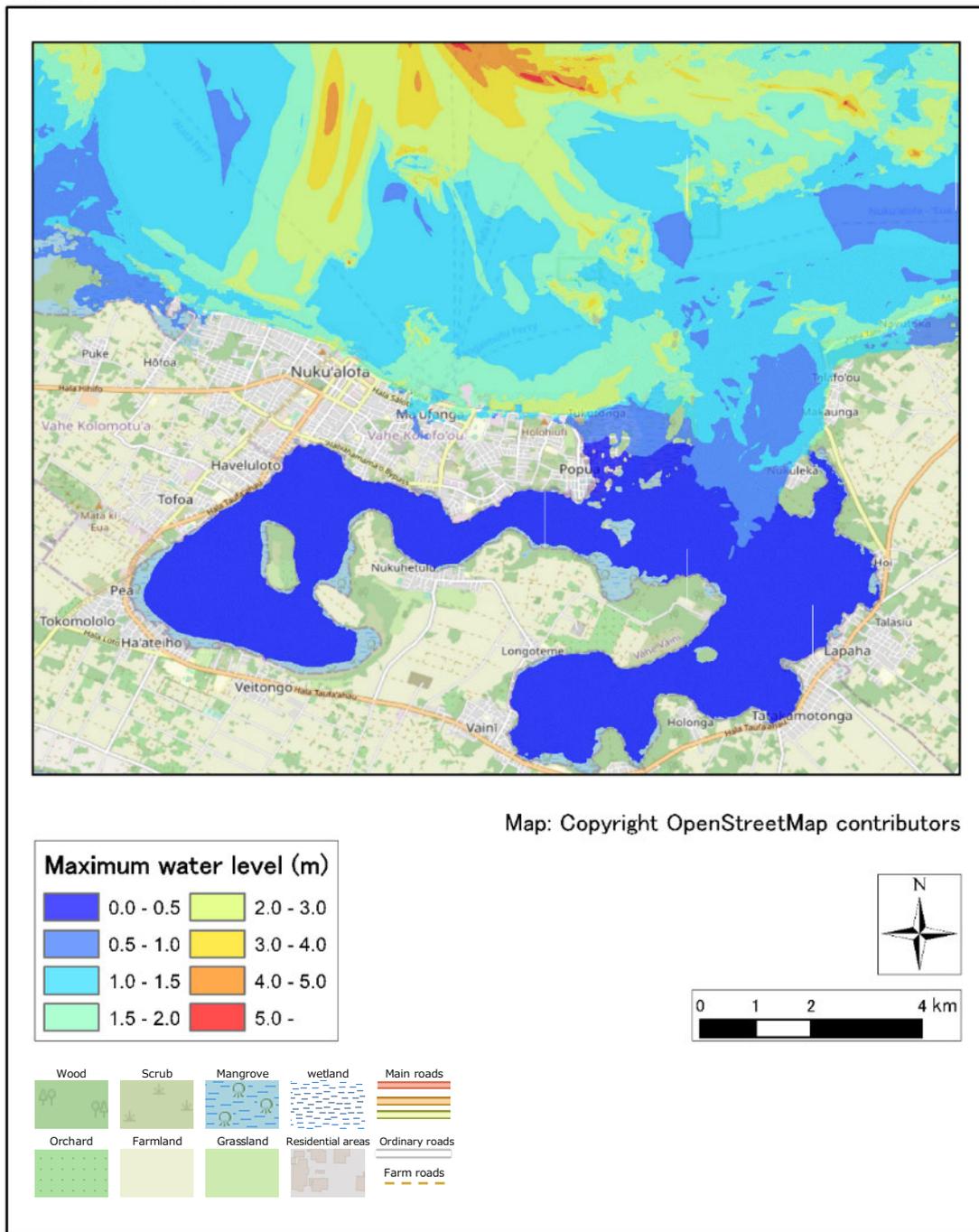
CASE: Volc5-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.264 最大水位分布図 (Unnamed2, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

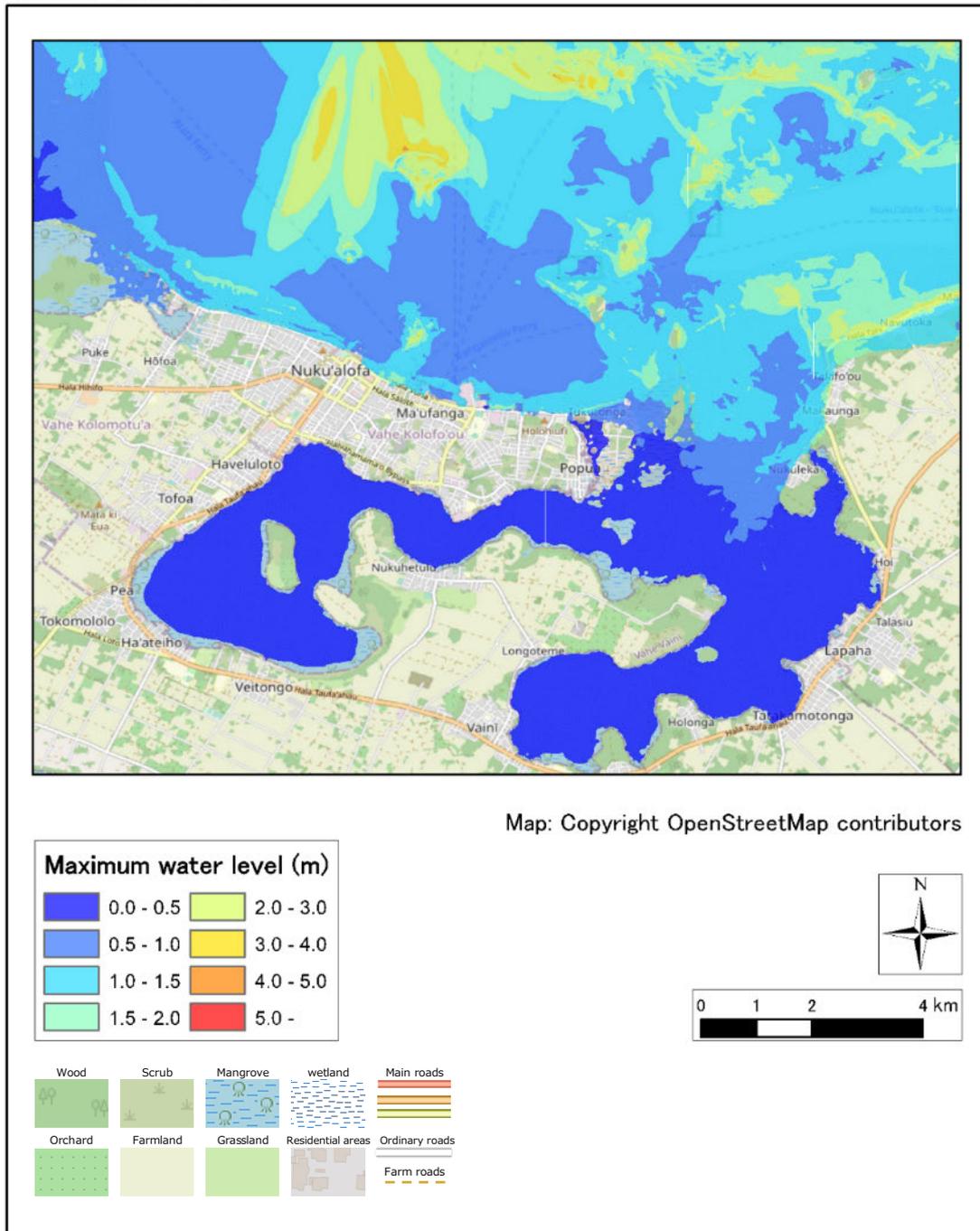
CASE: Volc6-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.265 最大水位分布図 (Unnamed3, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

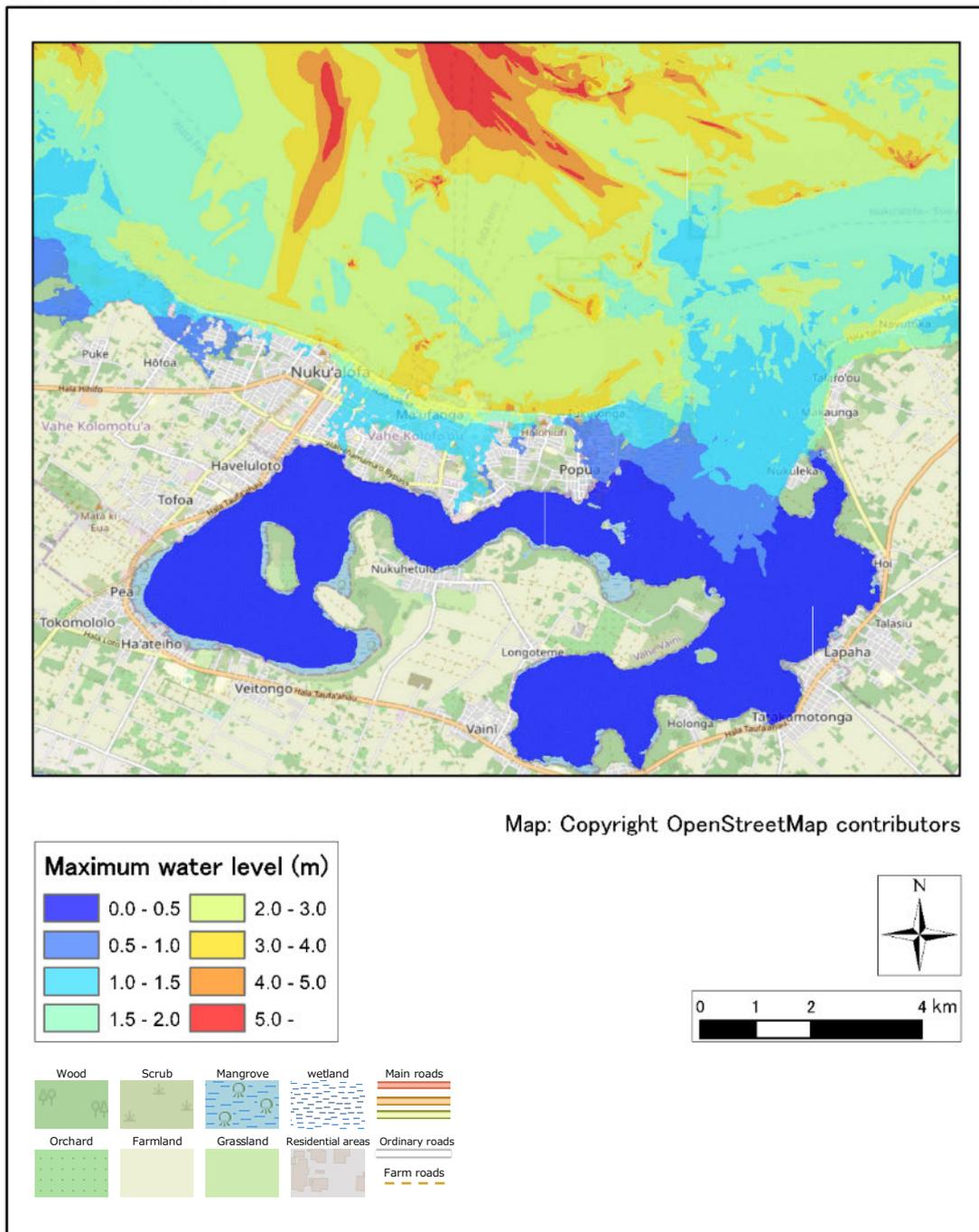
CASE: Volc7-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.266 最大水位分布図 (Unnamed4, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

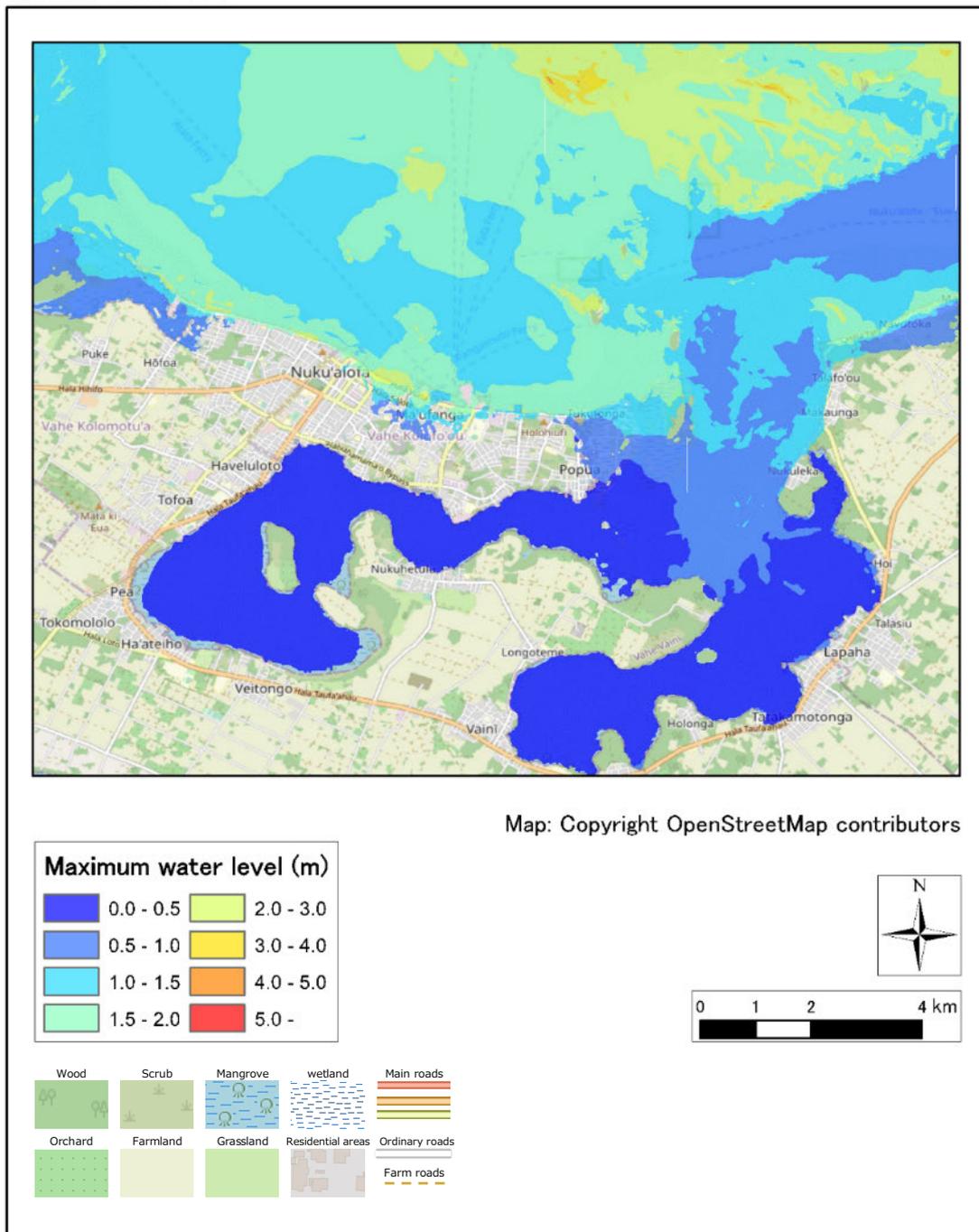
CASE: Volc0-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.267 最大水位分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha'pai, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

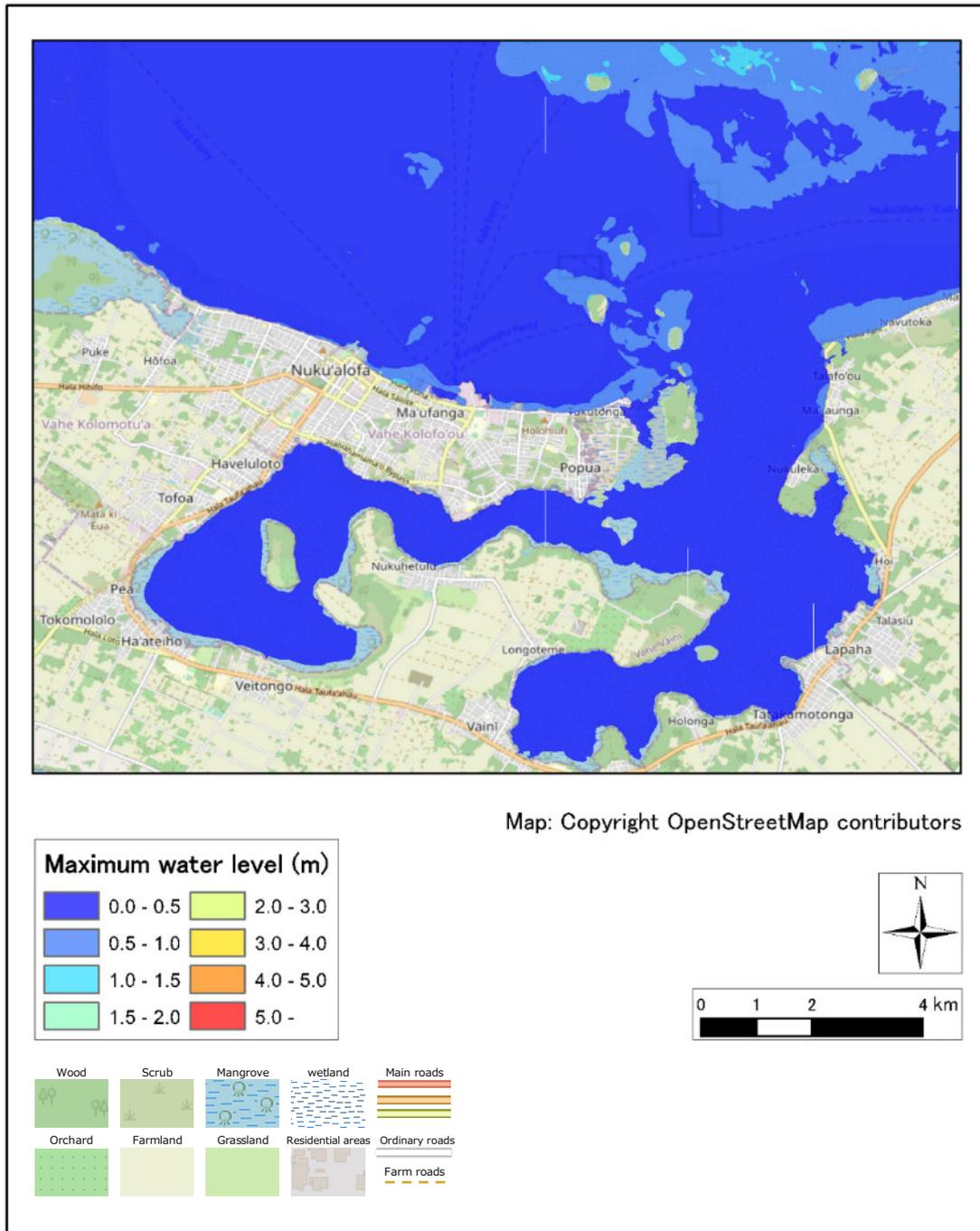
CASE: Volc1-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.268 最大水位分布図 (Unnamed1, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

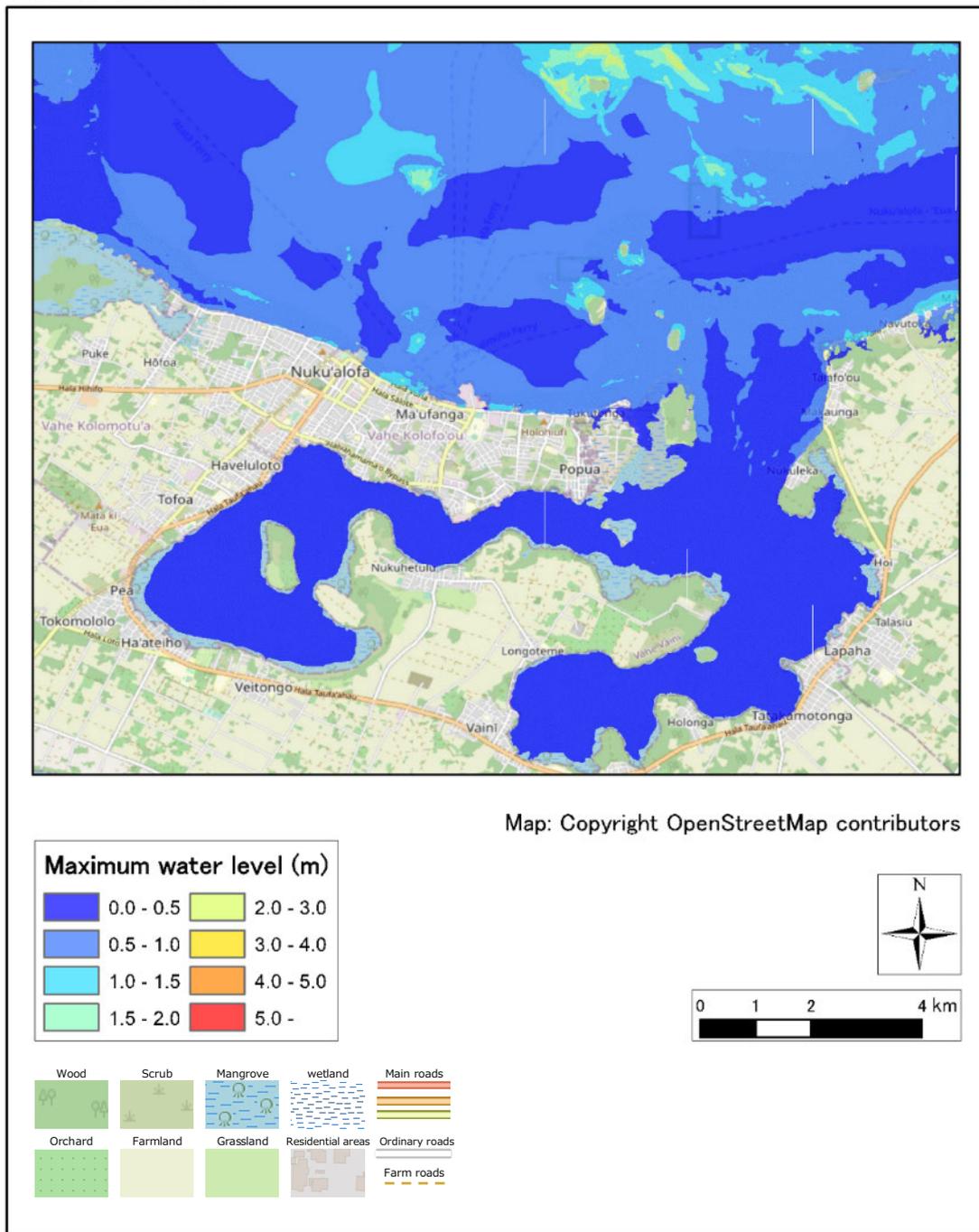
CASE: Volc2-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.269 最大水位分布図 (HomeReef, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

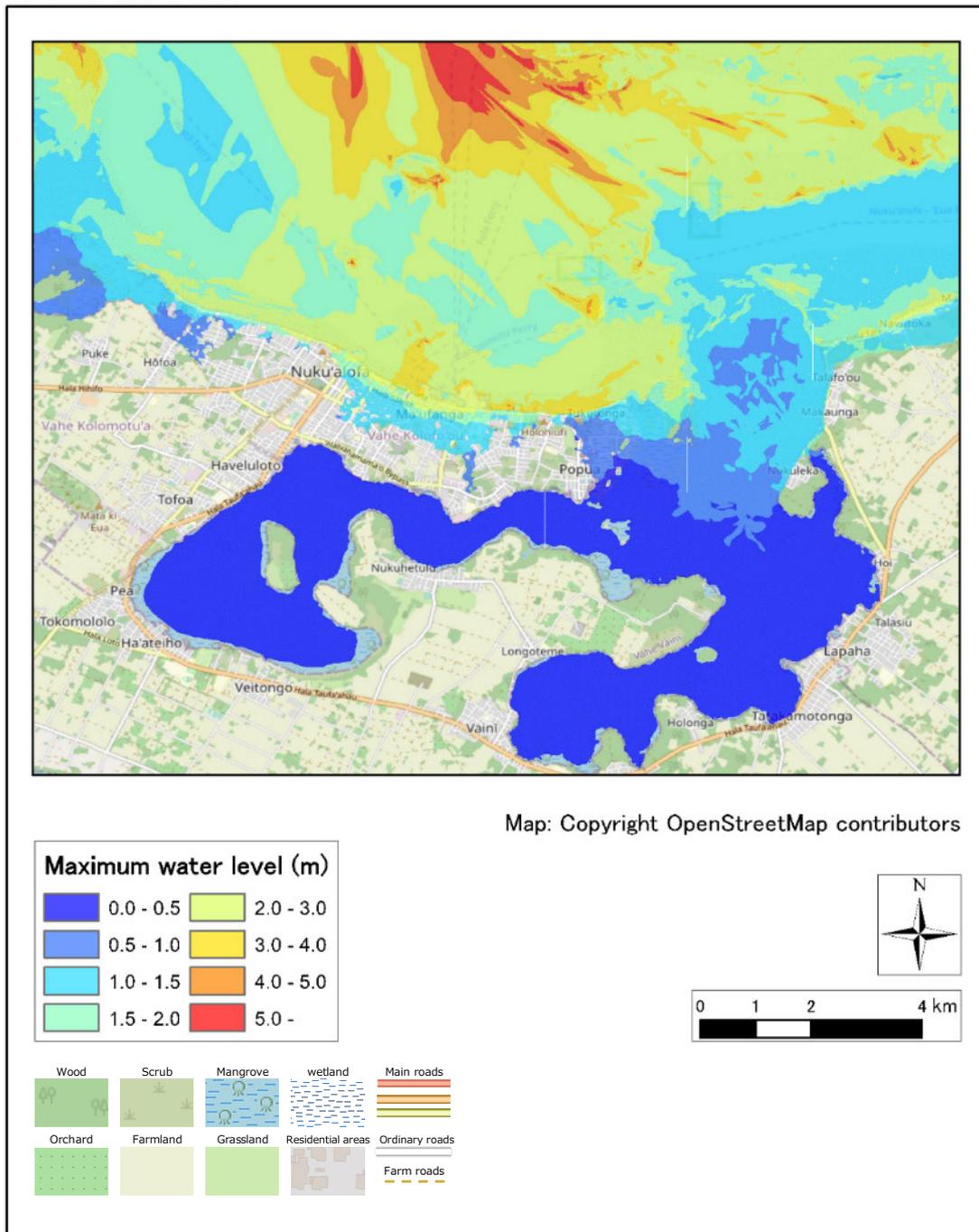
CASE: Volc3-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.270 最大水位分布図 (Lateiki, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

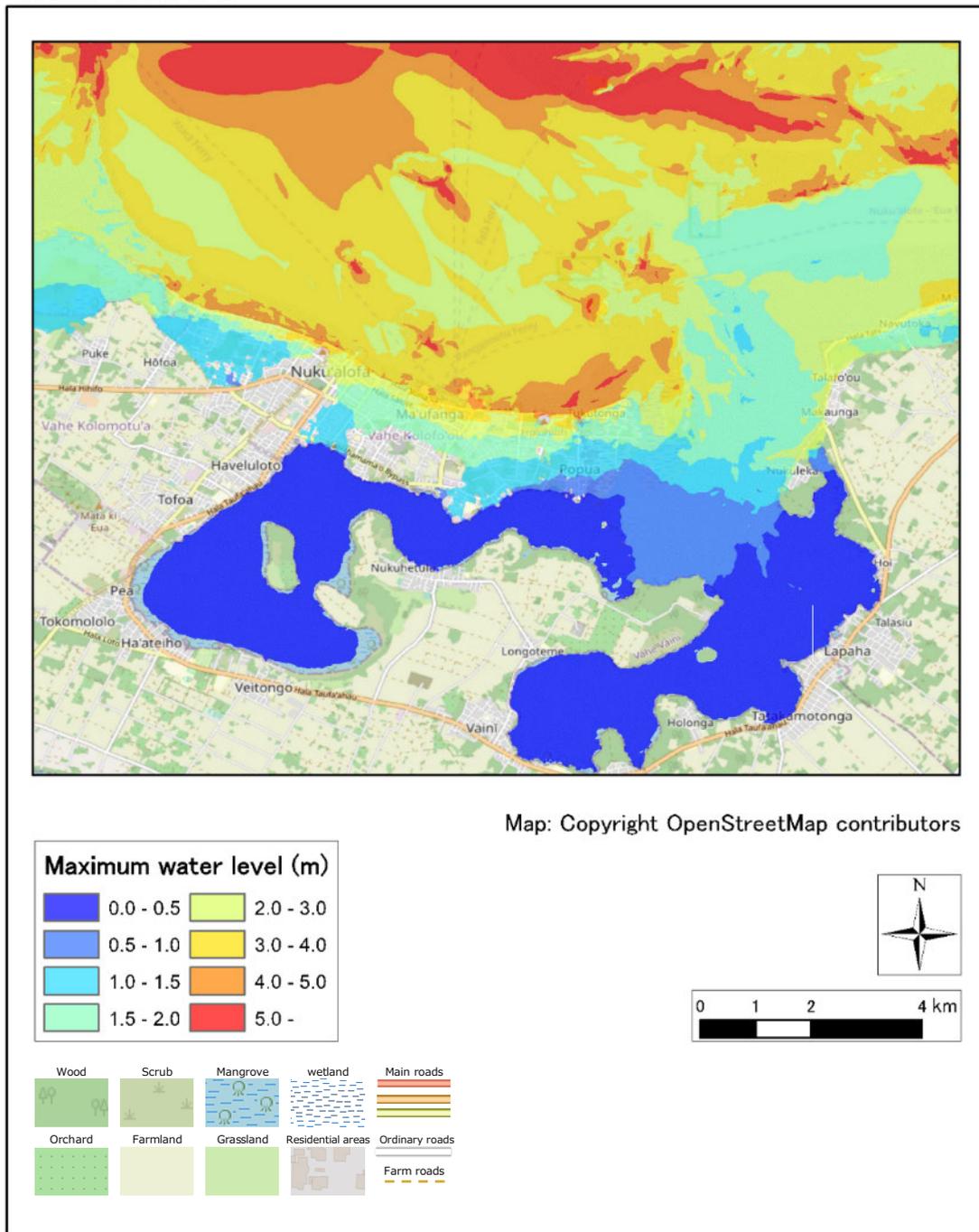
CASE: Volc4-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.271 最大水位分布図 (Fonoafo'ou, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

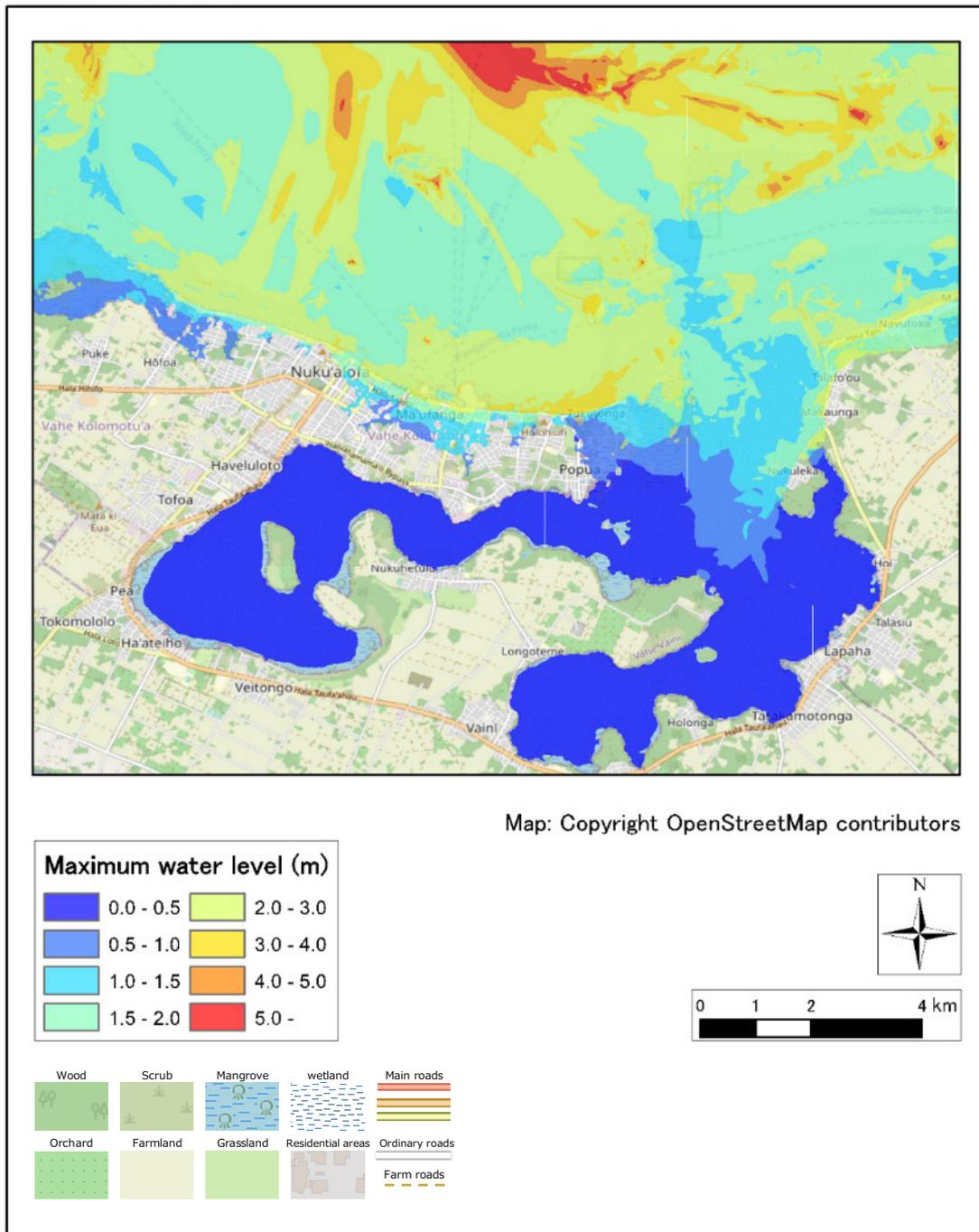
CASE: Volc5-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.272 最大水位分布図 (Unnamed2, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

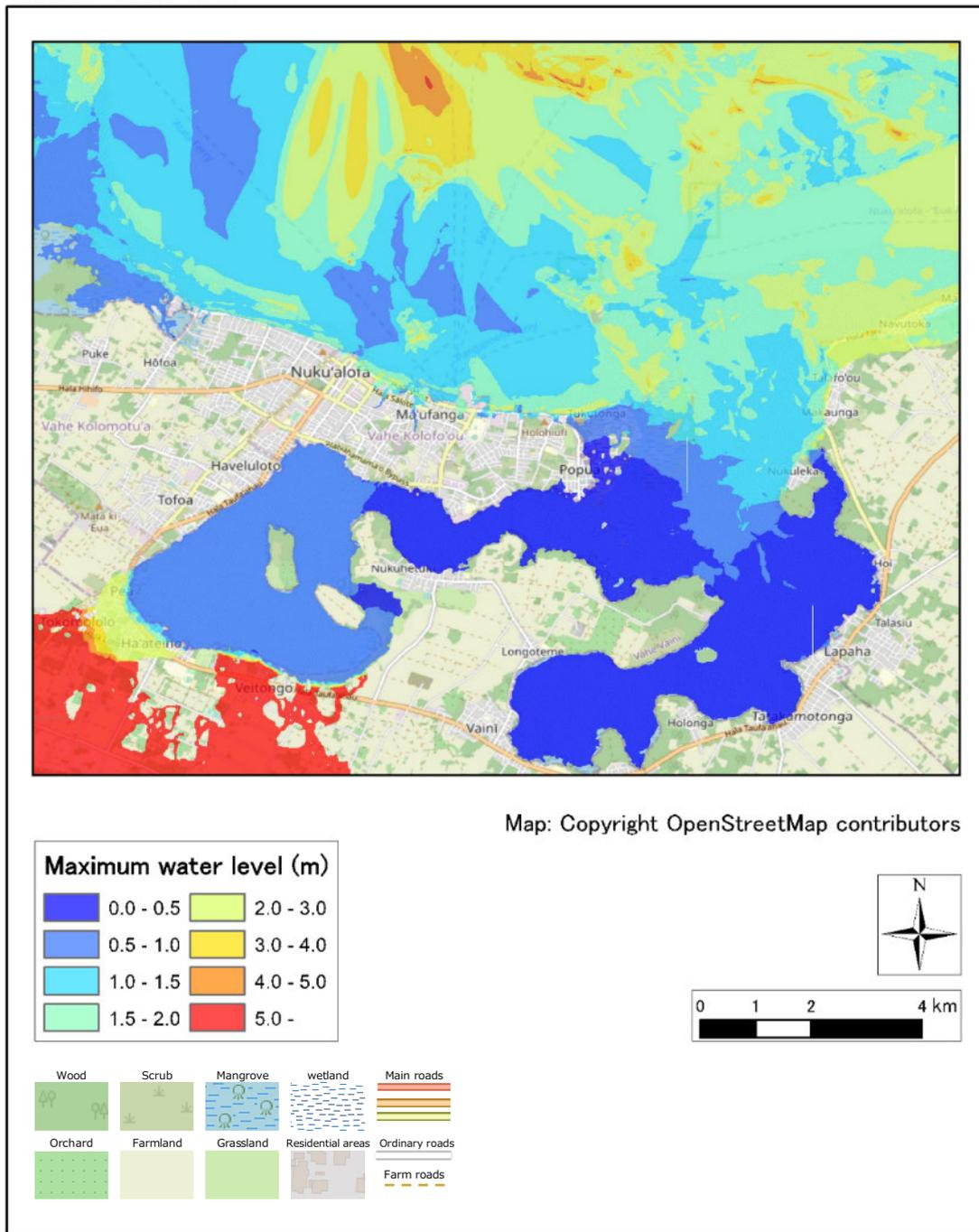
CASE: Volc6-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.273 最大水位分布図 (Unnamed3, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

CASE: Volc7-3-3

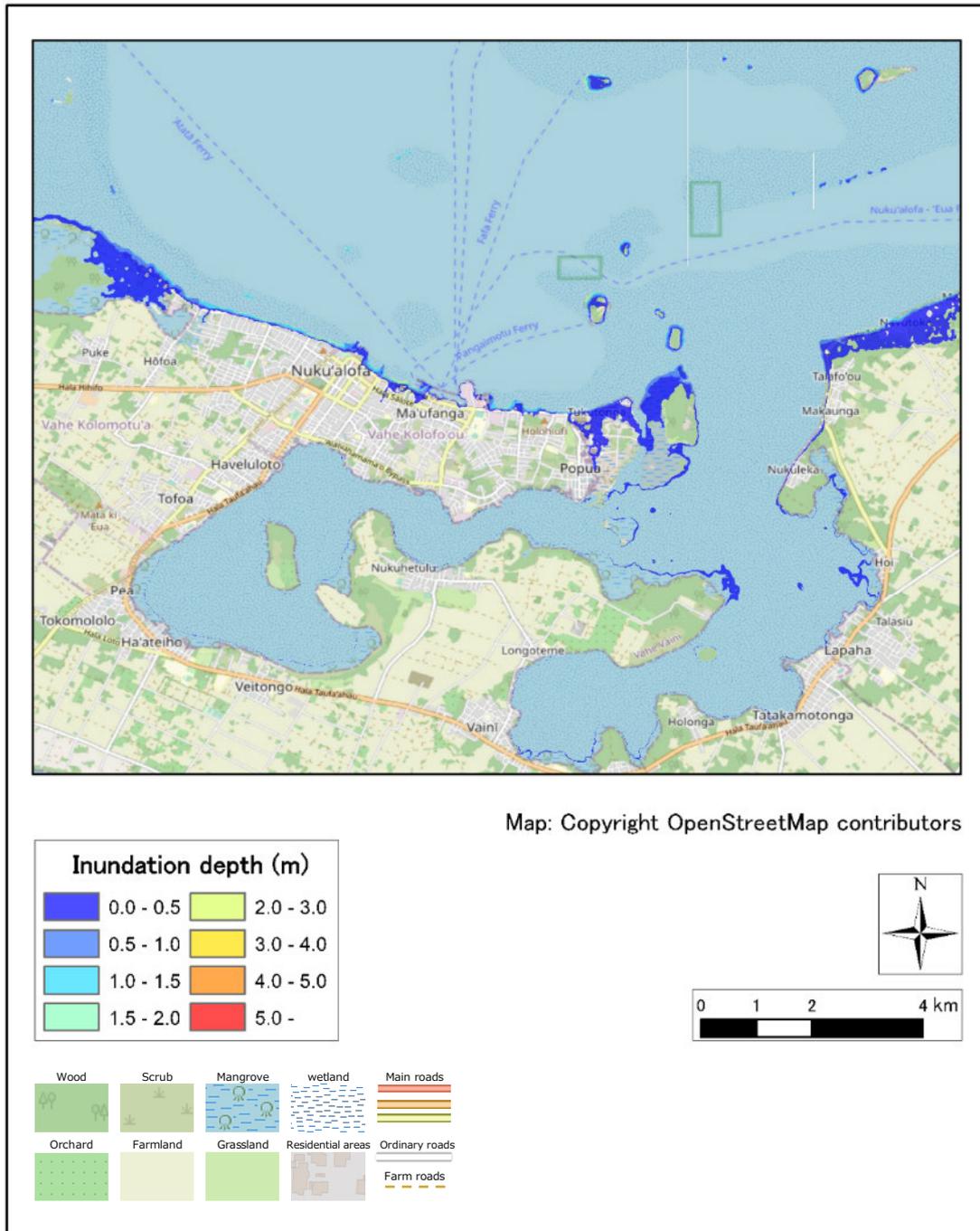


出典：JICA 調査団作成

図 2.6.274 最大水位分布図 (Unamed4, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

b. 最大浸水深分布図

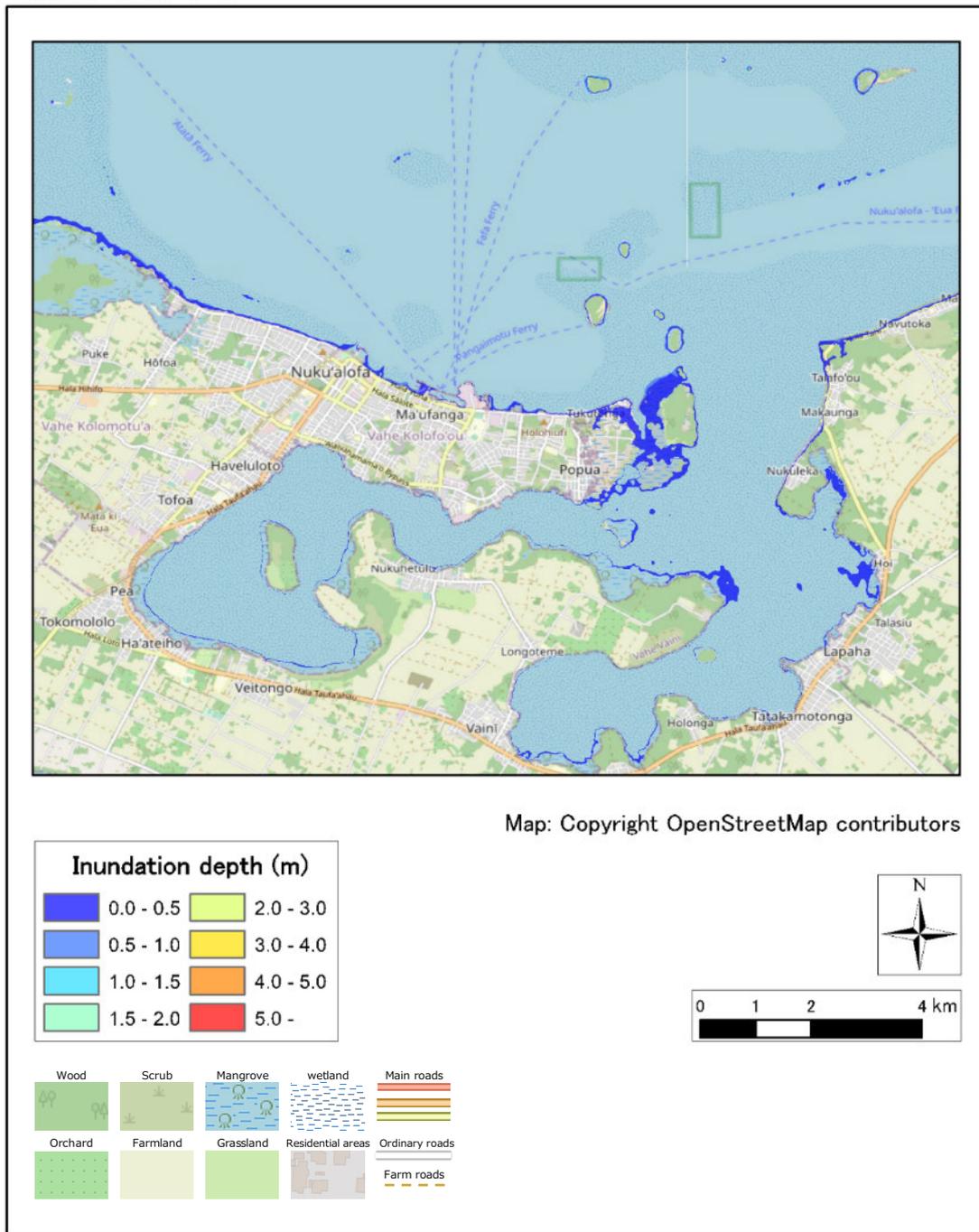
CASE: Volc0-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.275 最大浸水深分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha'pai, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

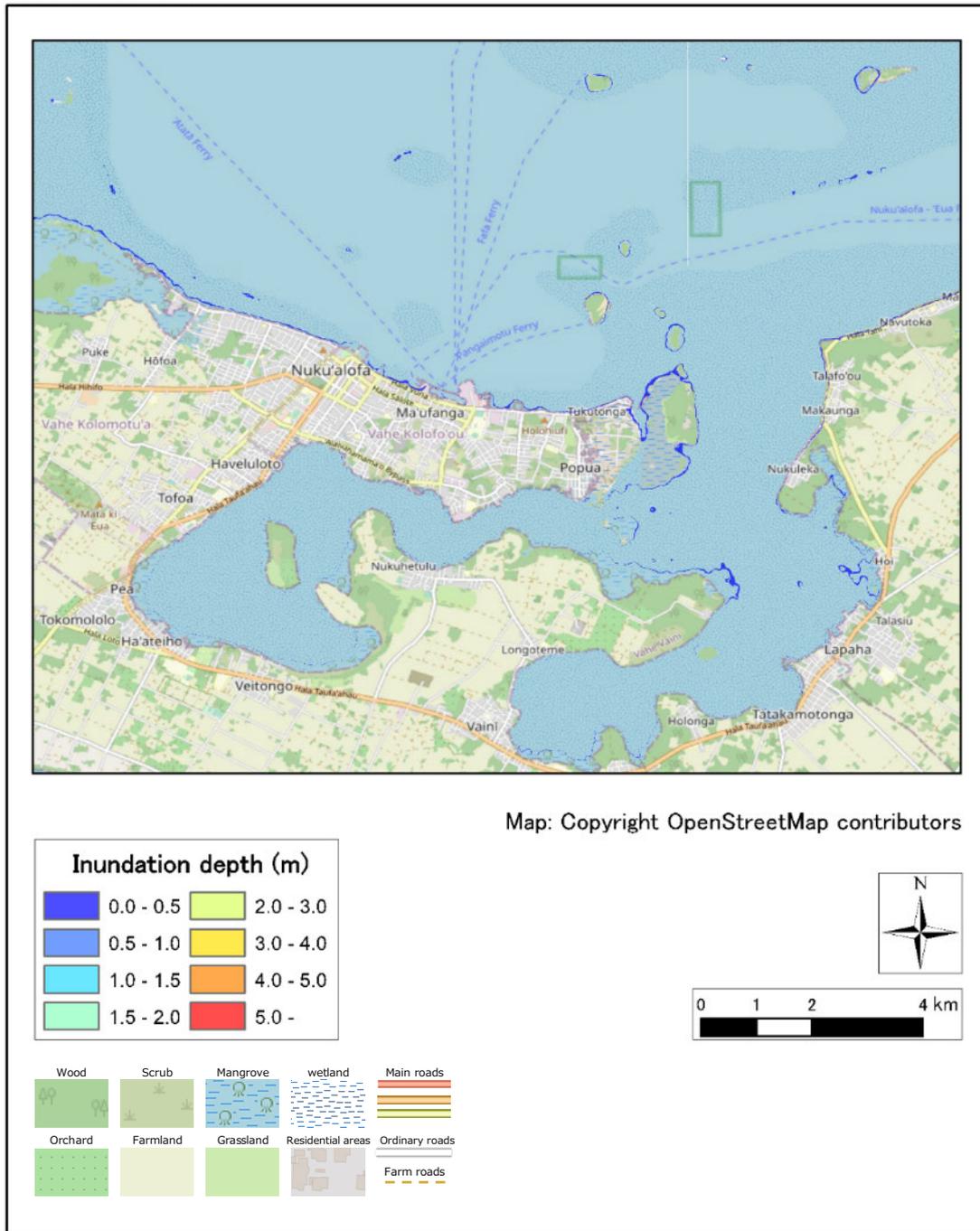
CASE: Volc1-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.276 最大浸水深分布図 (Unnamed1, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

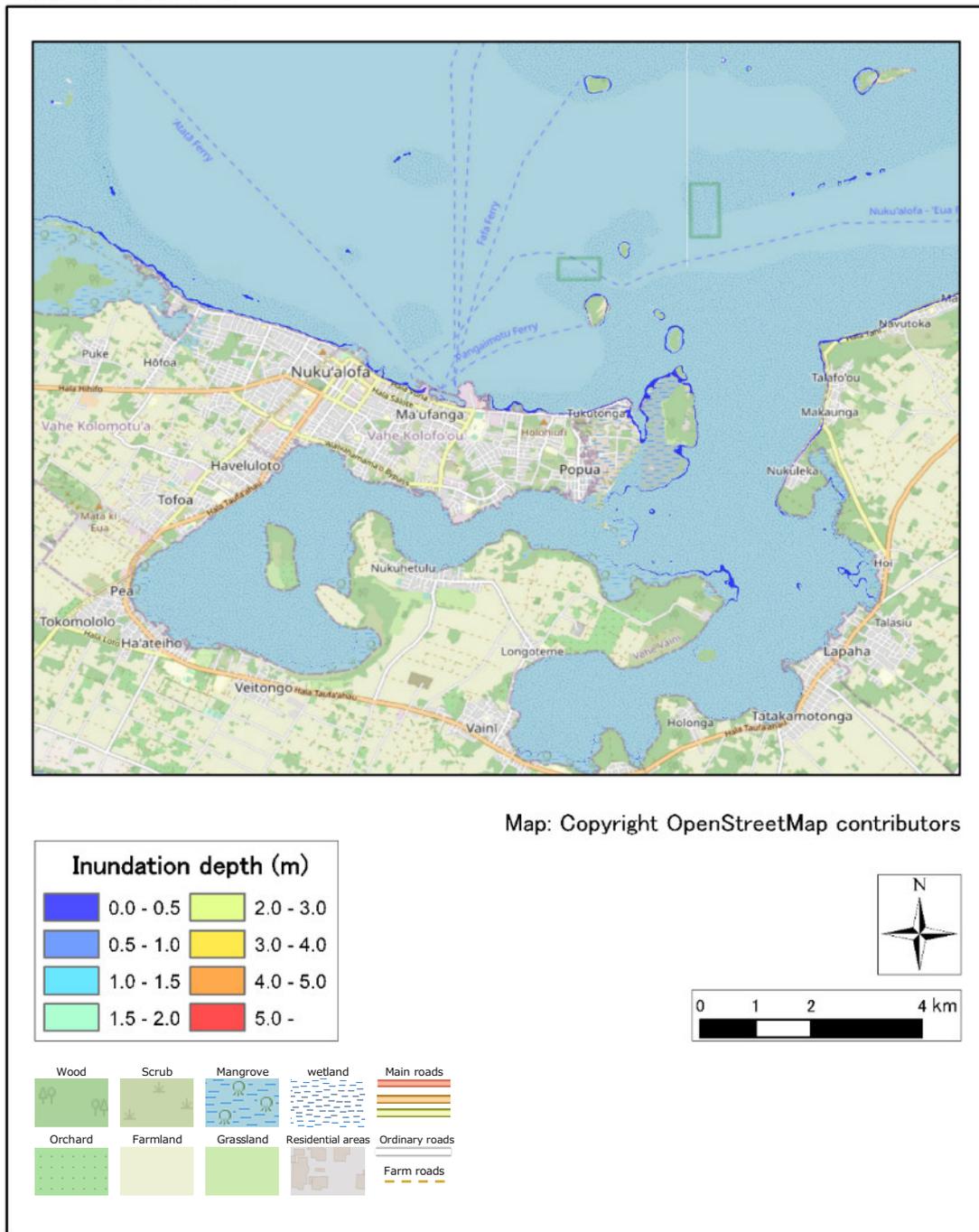
CASE: Volc2-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.277 最大浸水深分布図 (HomeReef, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

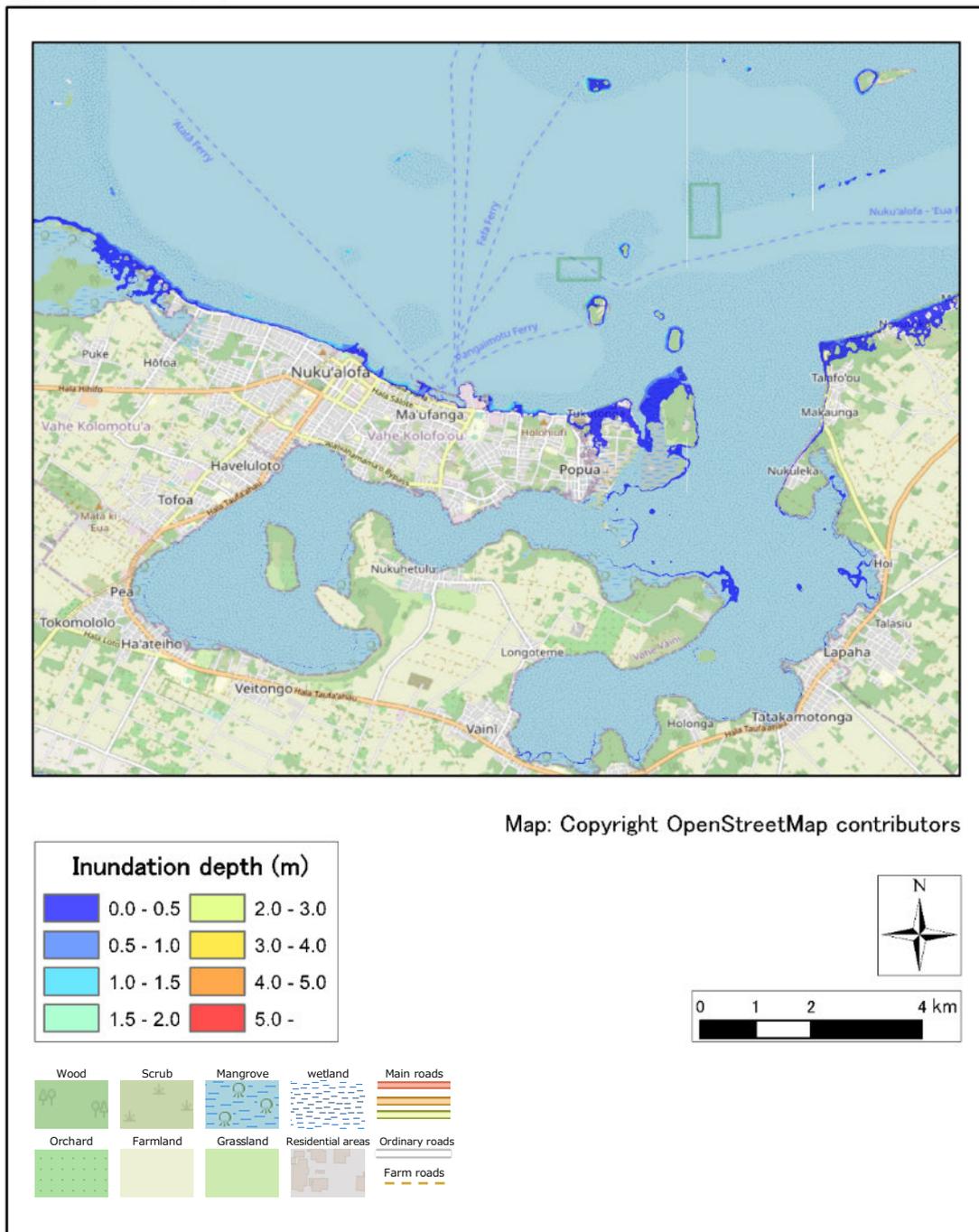
CASE: Volc3-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.278 最大浸水深分布図 (Lateiki, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

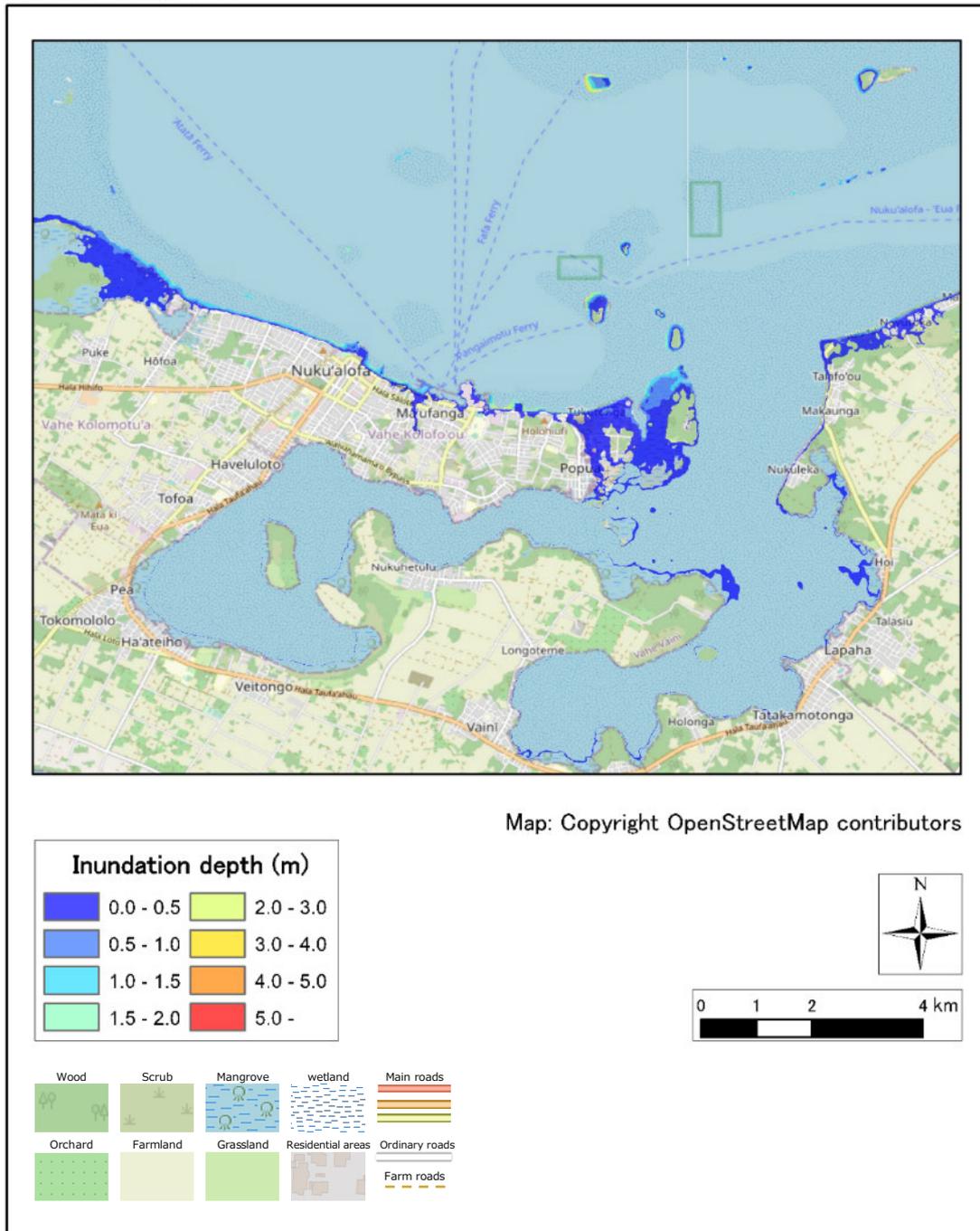
CASE: Volc4-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.279 最大浸水深分布図 (Fonuafo'ou H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

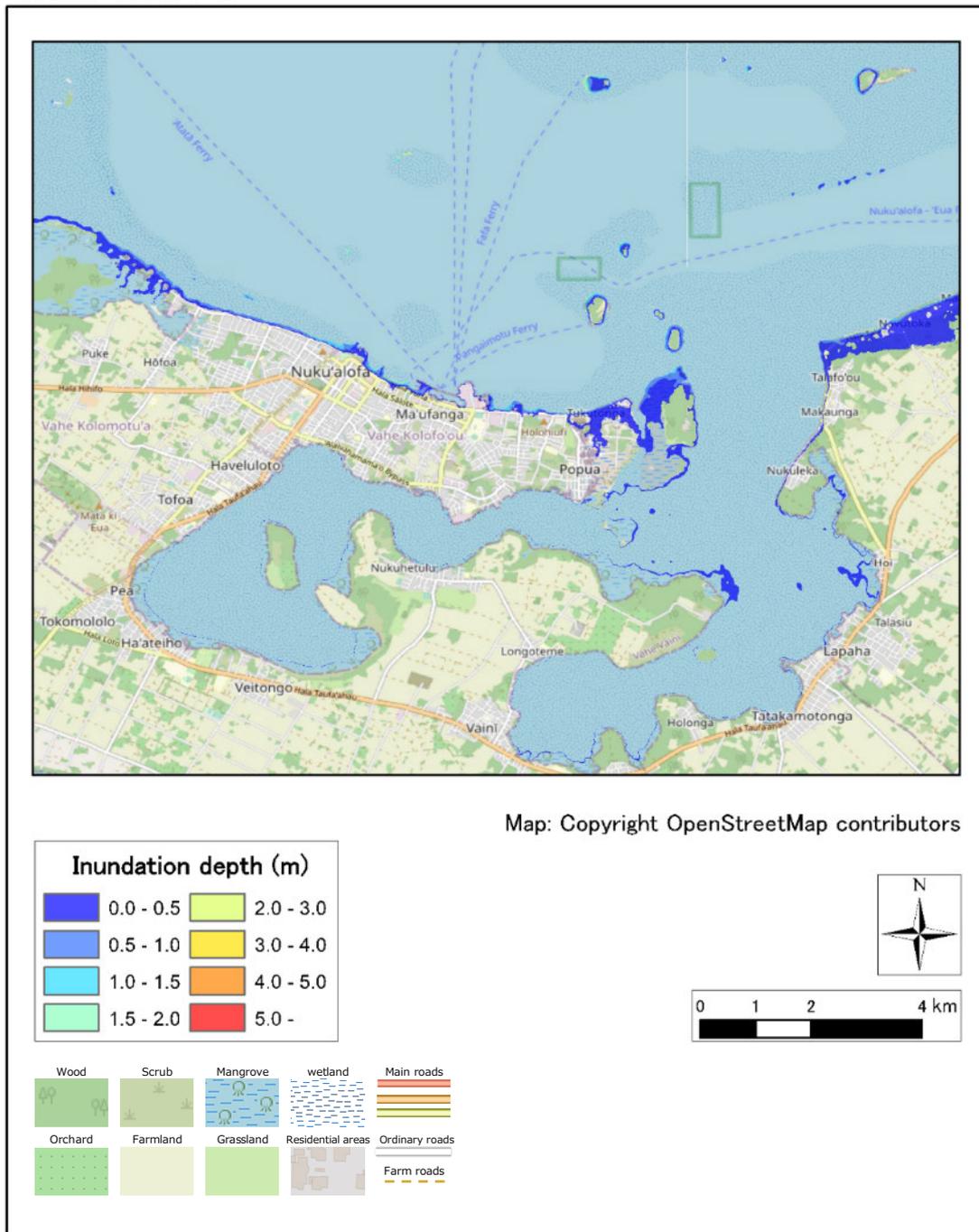
CASE: Volc5-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.280 最大浸水深分布図 (Unnamed2, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

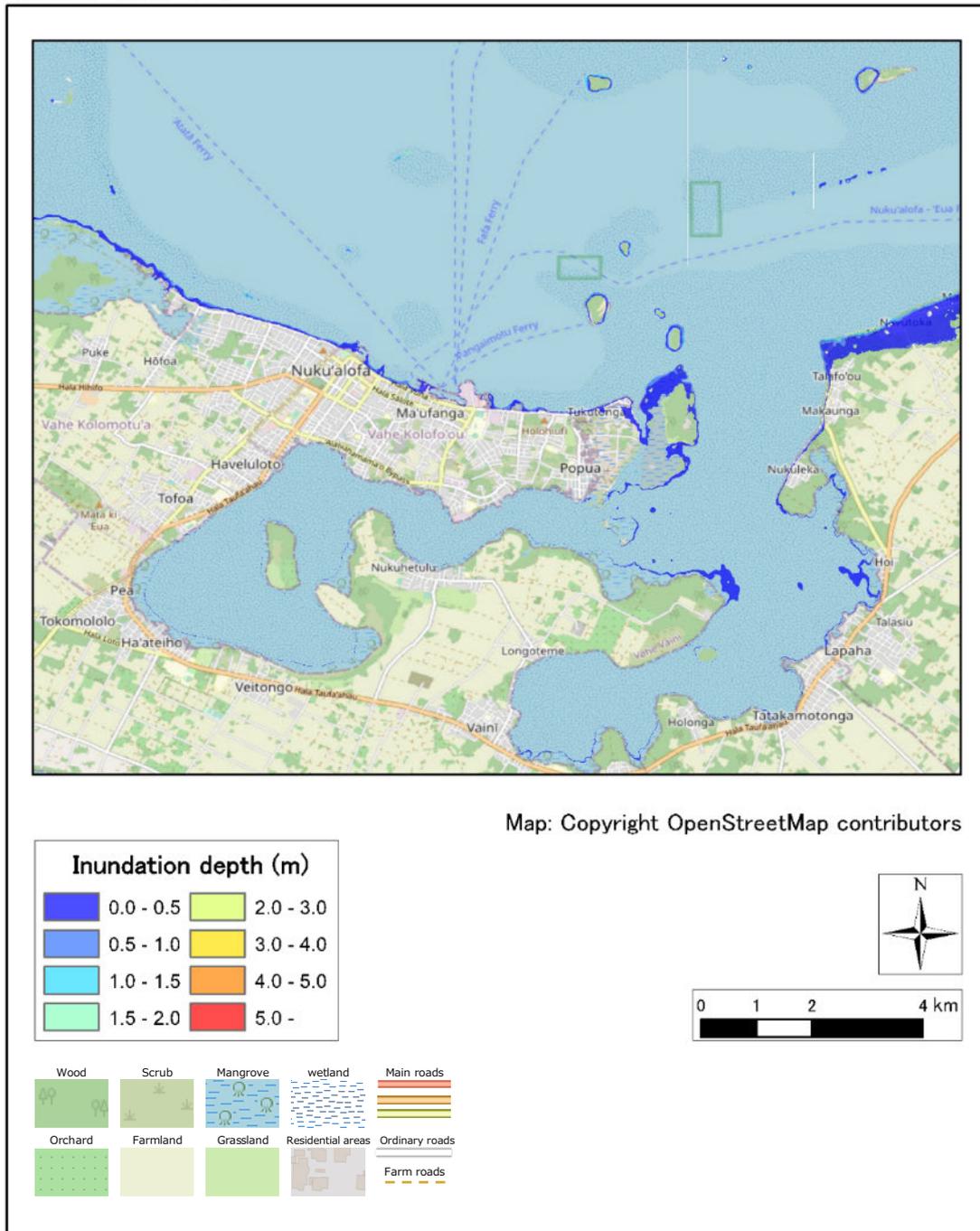
CASE: Volc6-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.281 最大浸水深分布図 (Unnamed3, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

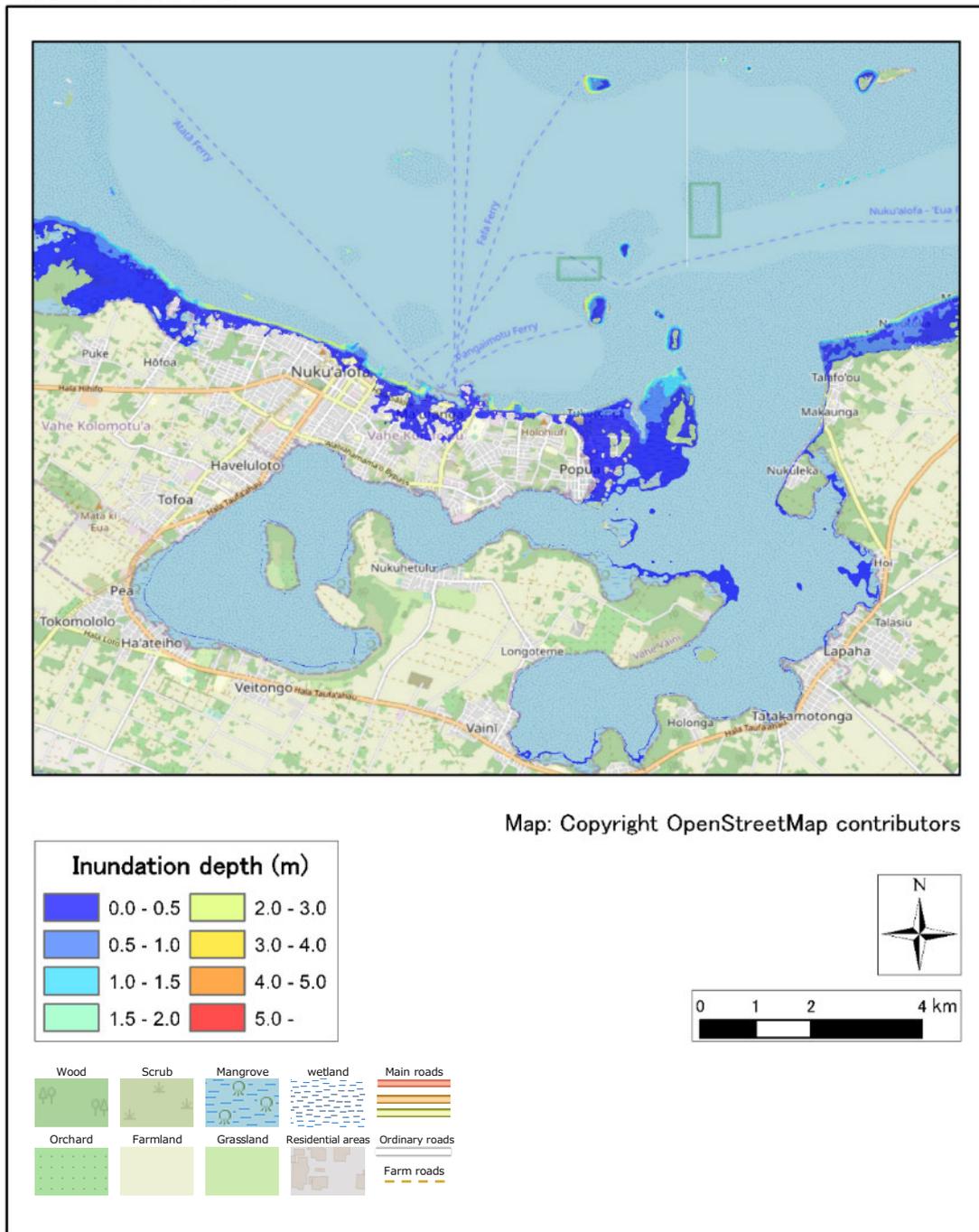
CASE: Volc7-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.282 最大浸水深分布図 (Unnamed4, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

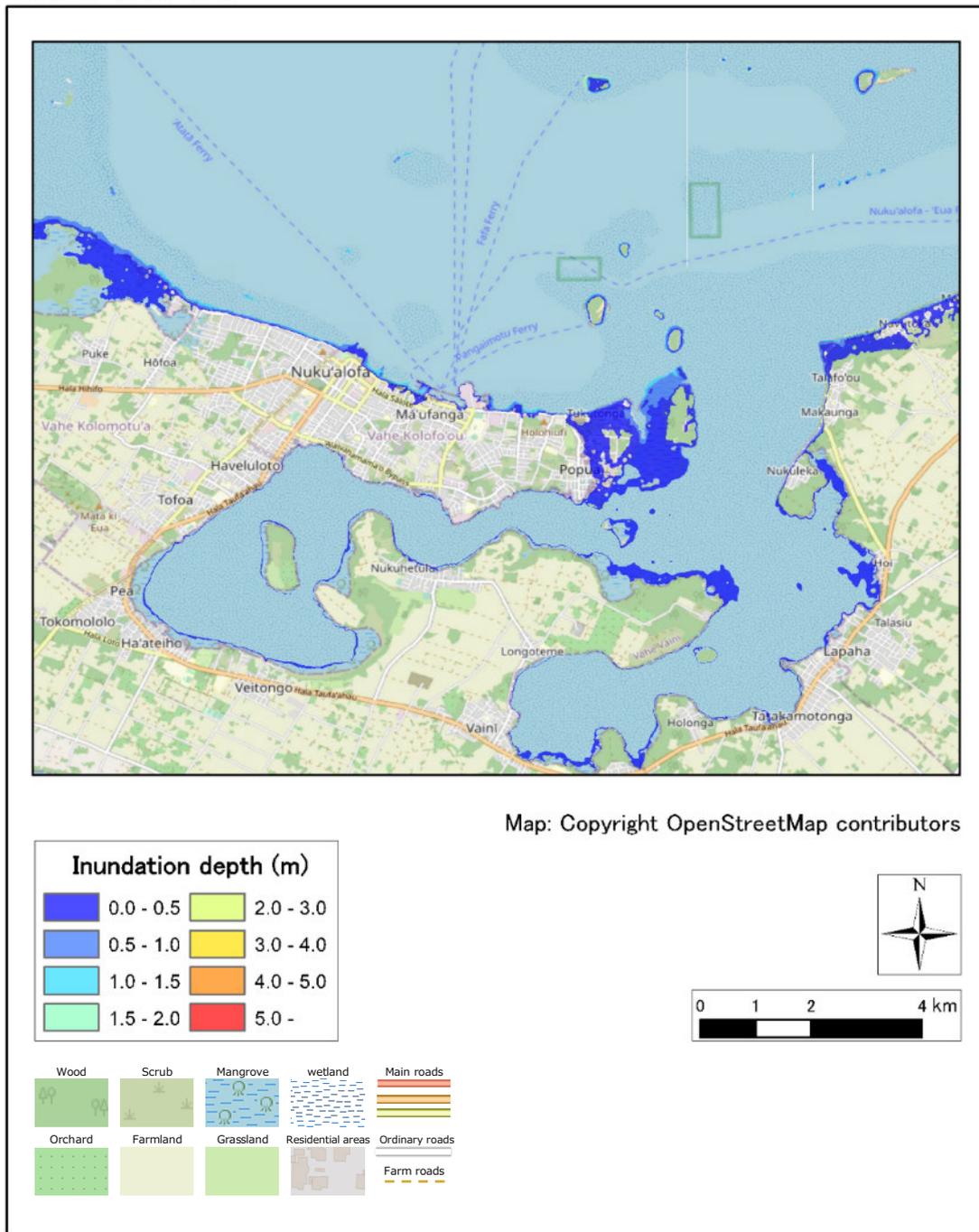
CASE: Volc0-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6. 283 最大浸水深分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha’pai, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

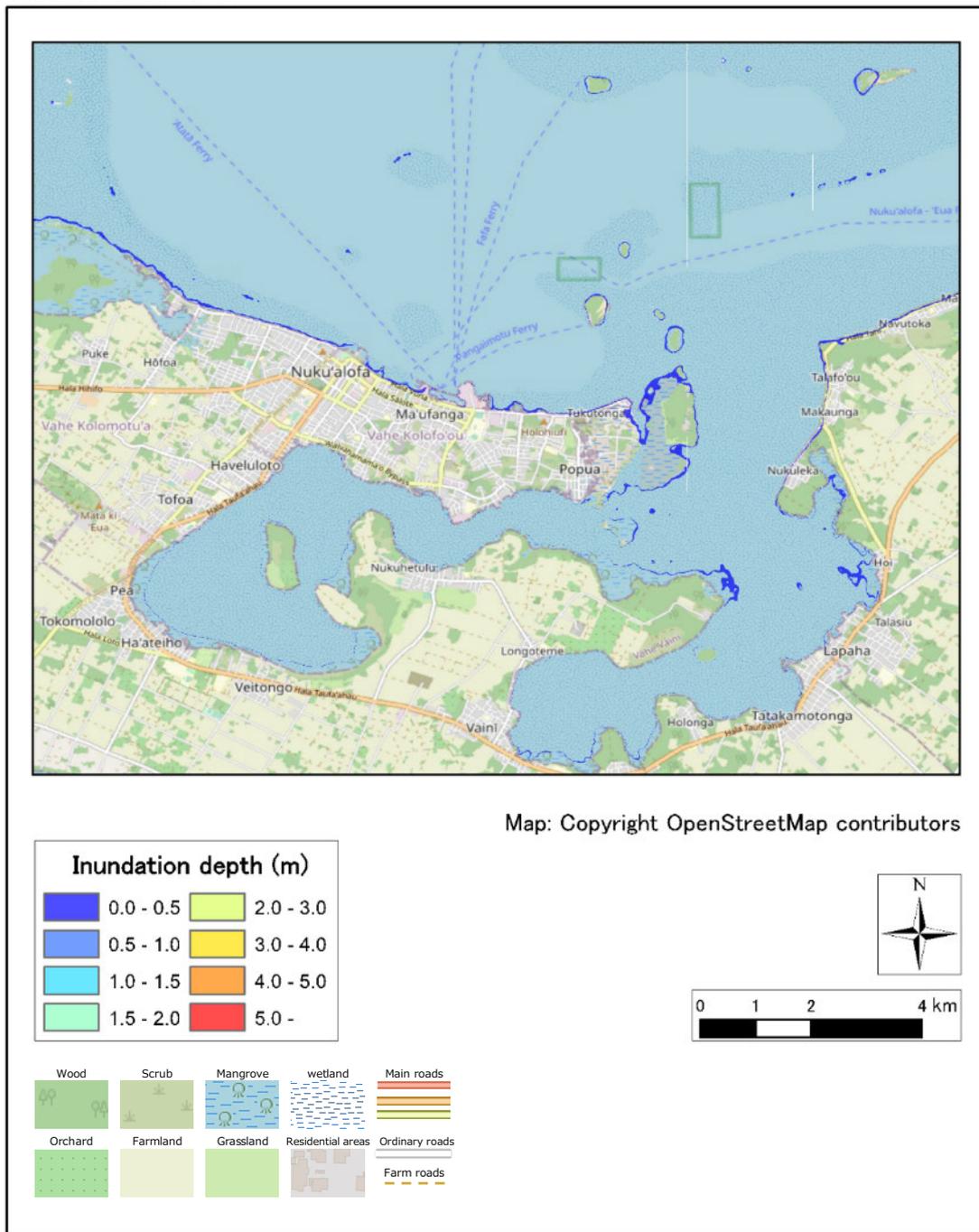
CASE: Volc1-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.284 最大浸水深分布図 (Unnamed1, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

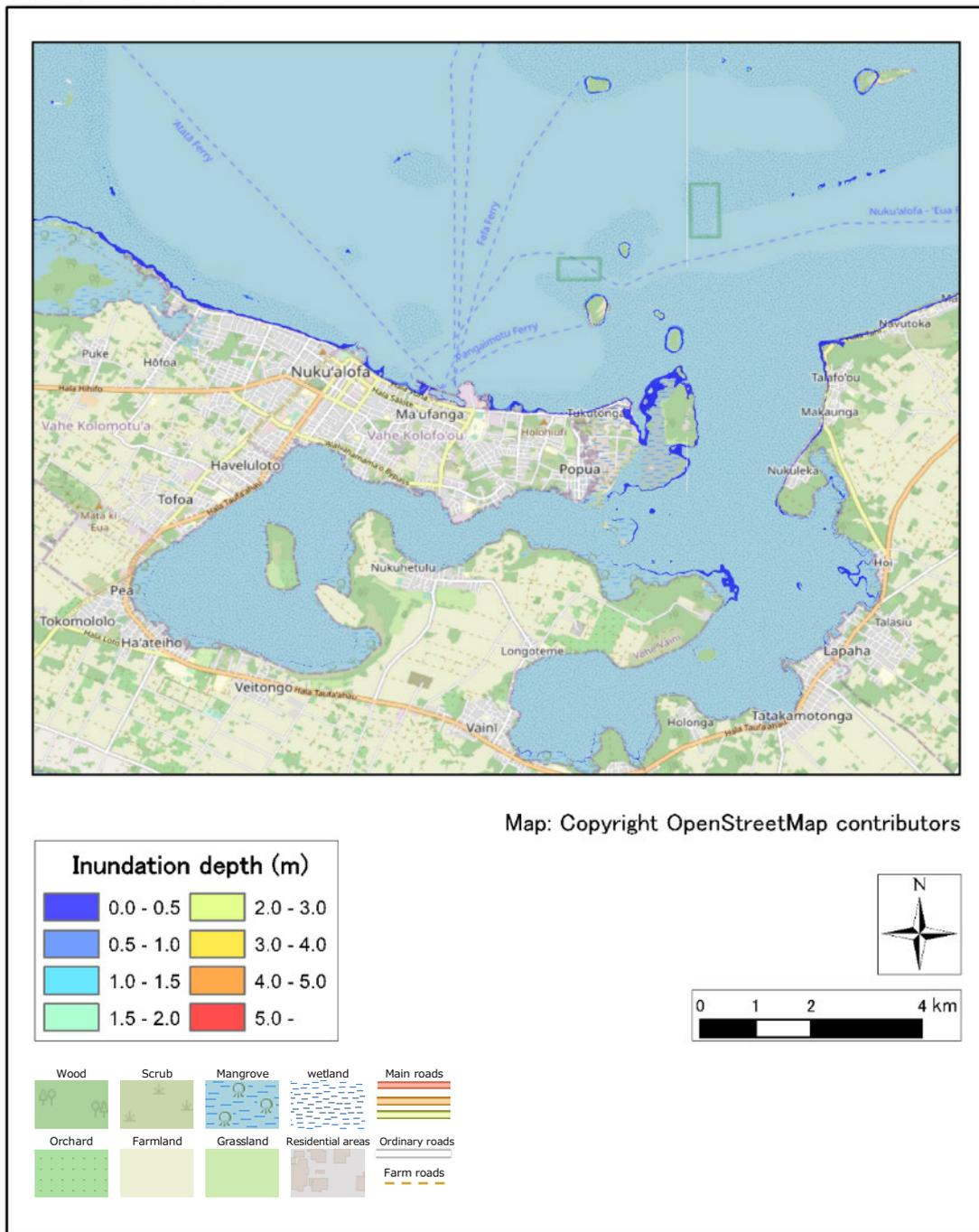
CASE: Volc2-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.285 最大浸水深分布図 (HomeReef, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

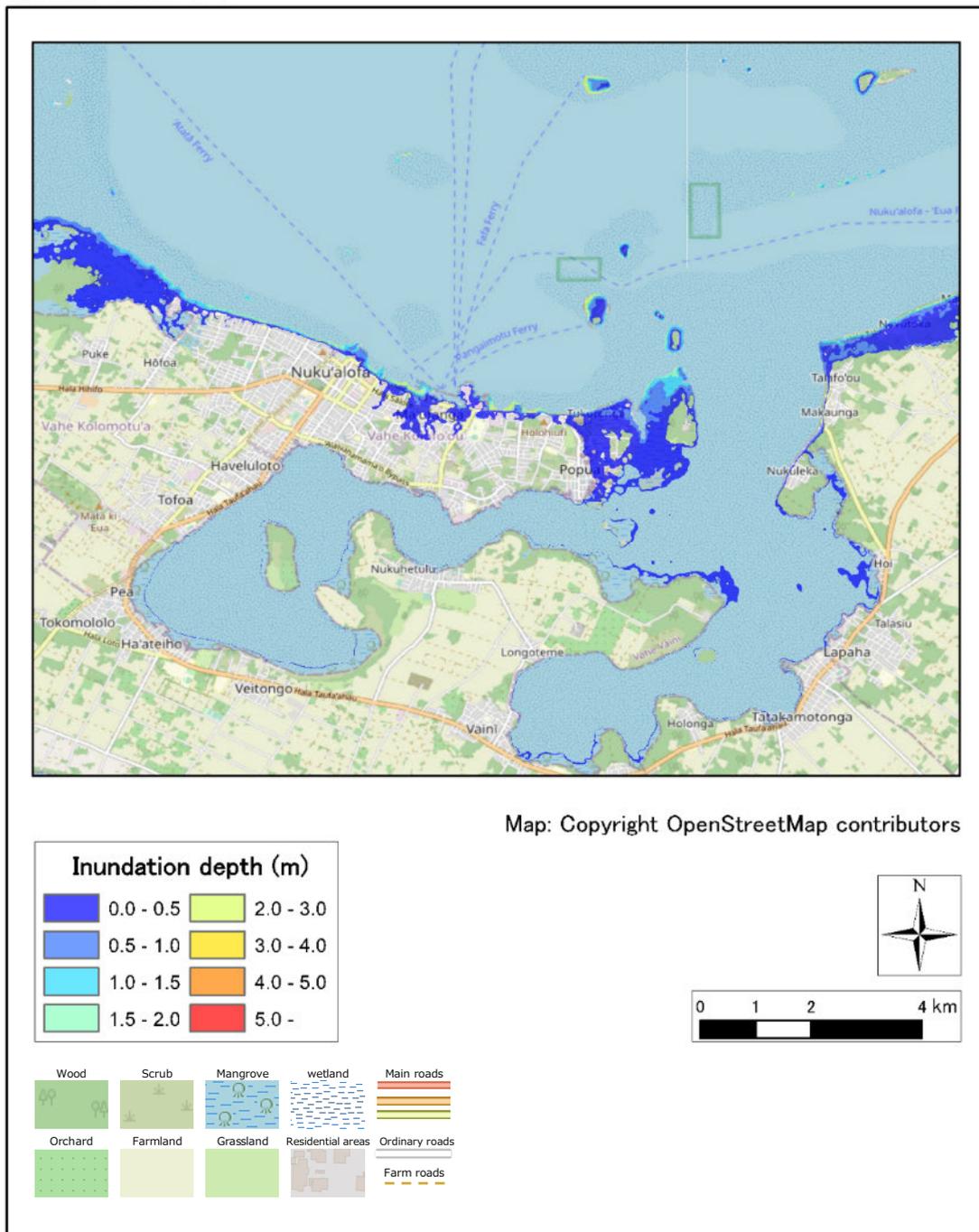
CASE: Volc3-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.286 最大浸水深分布図 (Lateiki, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

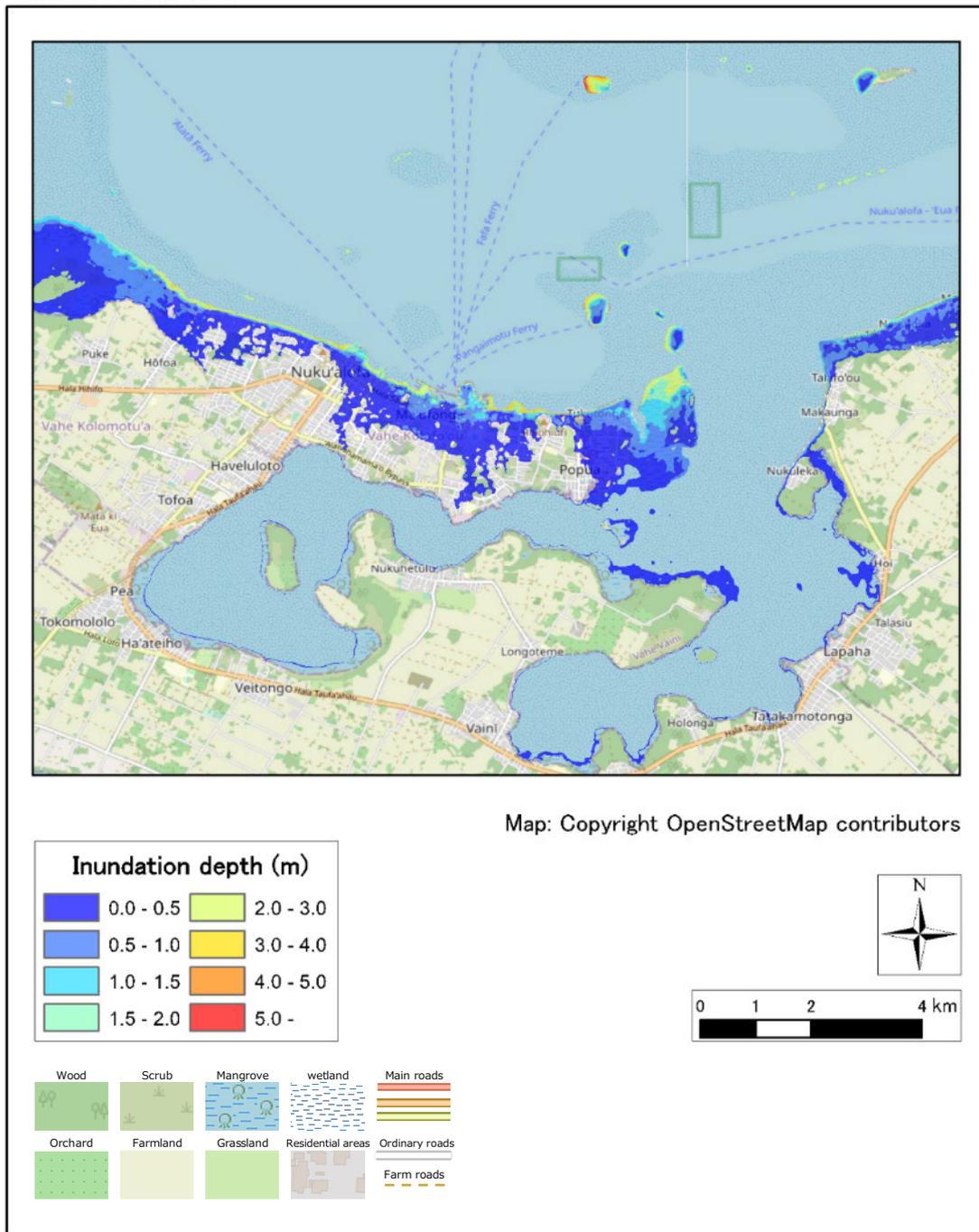
CASE: Volc4-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.287 最大浸水深分布図 (Fonuafu'ou, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

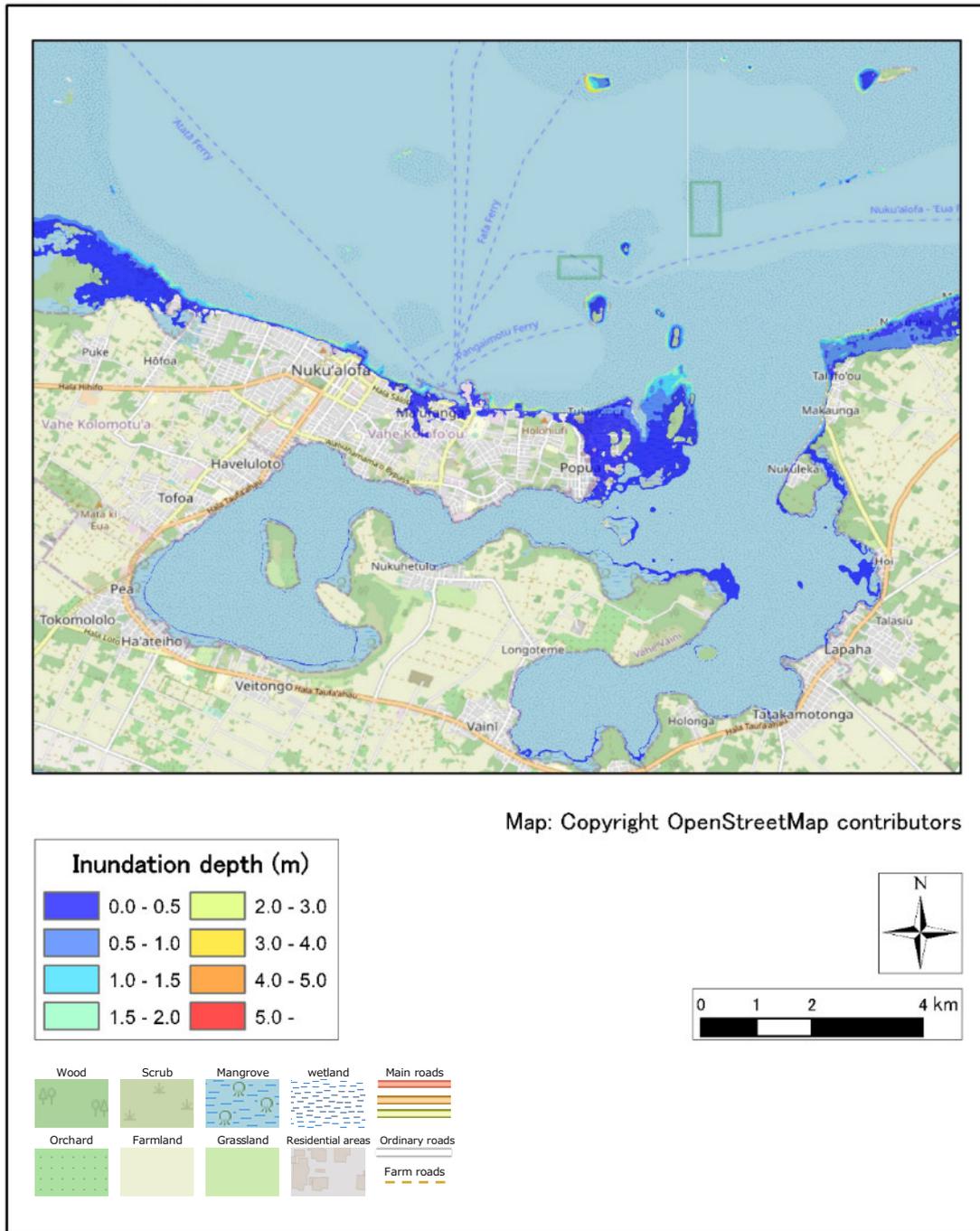
CASE: Volc5-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.288 最大浸水深分布図 (Unnamed2, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

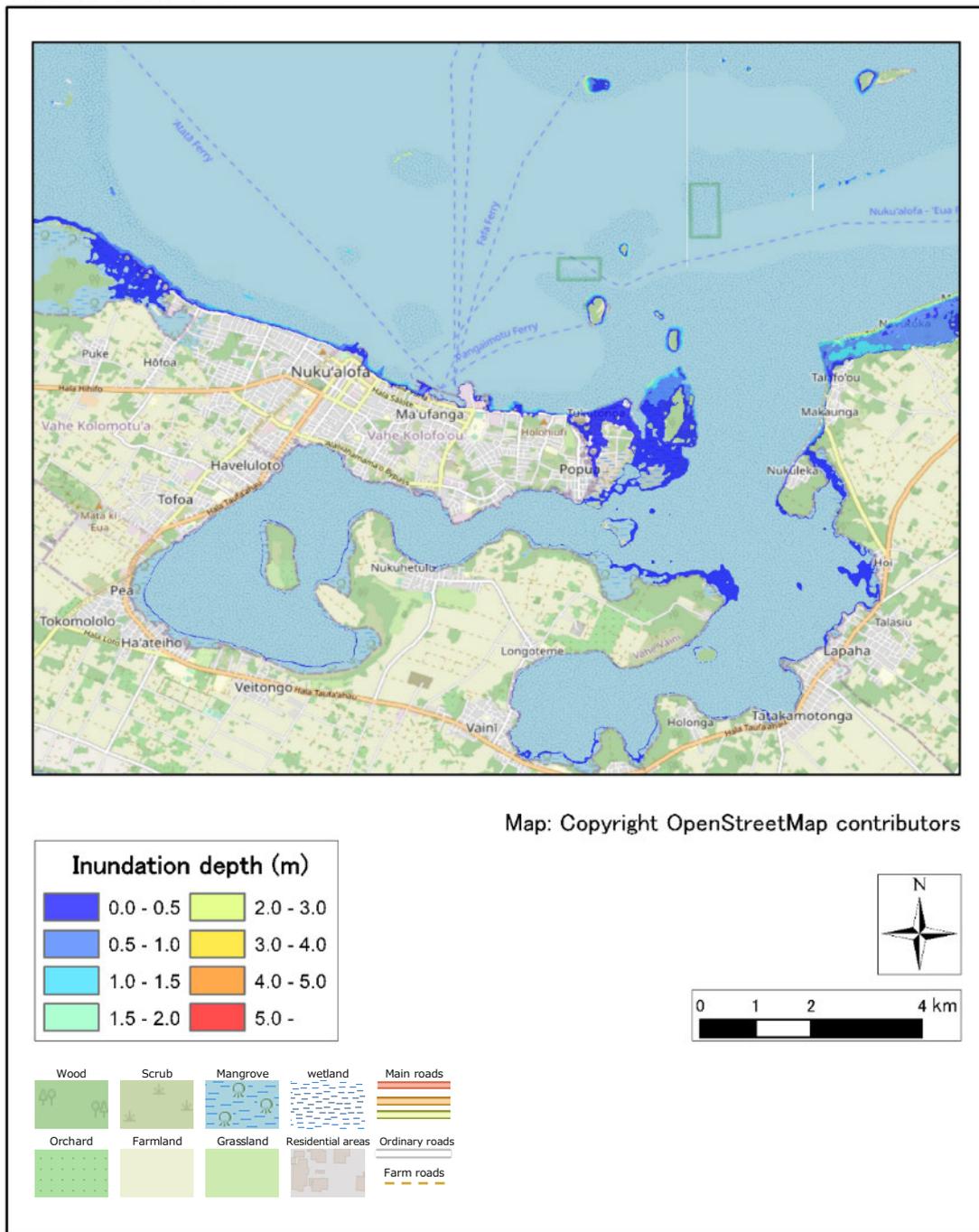
CASE: Volc6-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.289 最大浸水深分布図 (Unnamed3, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

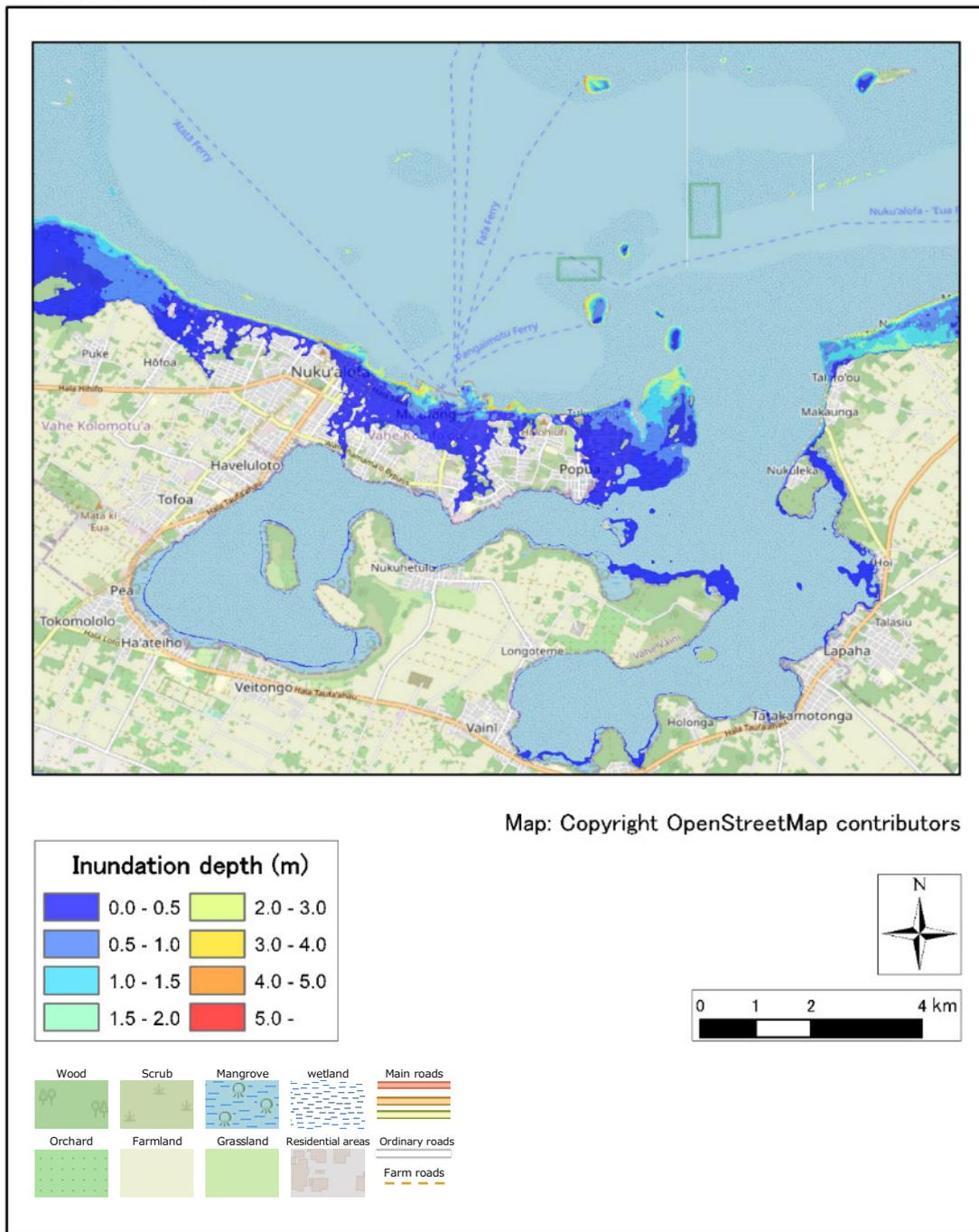
CASE: Volc7-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.290 最大浸水深分布図 (Unnamed4, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

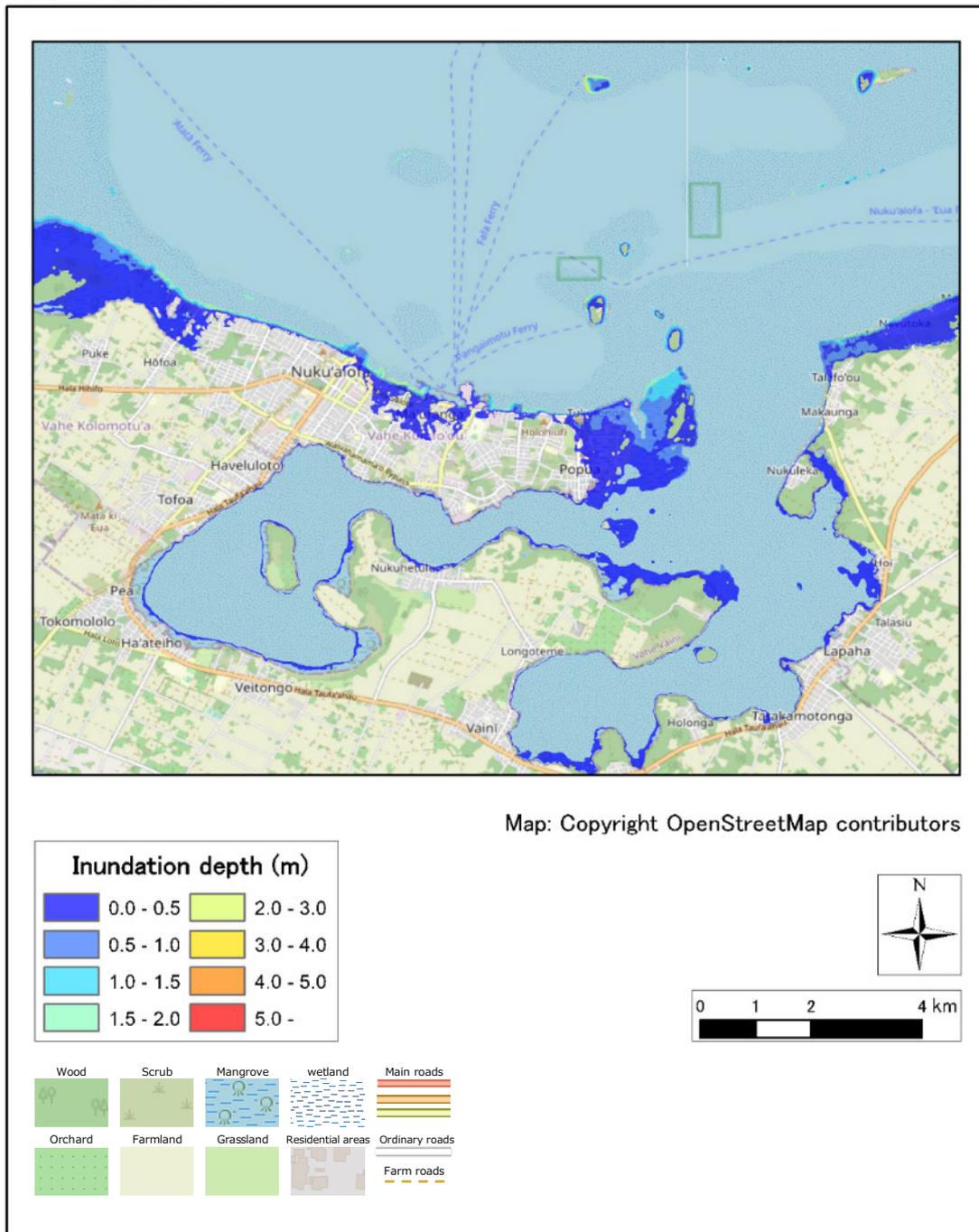
CASE: Volc0-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.291 最大浸水深分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha’pai, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

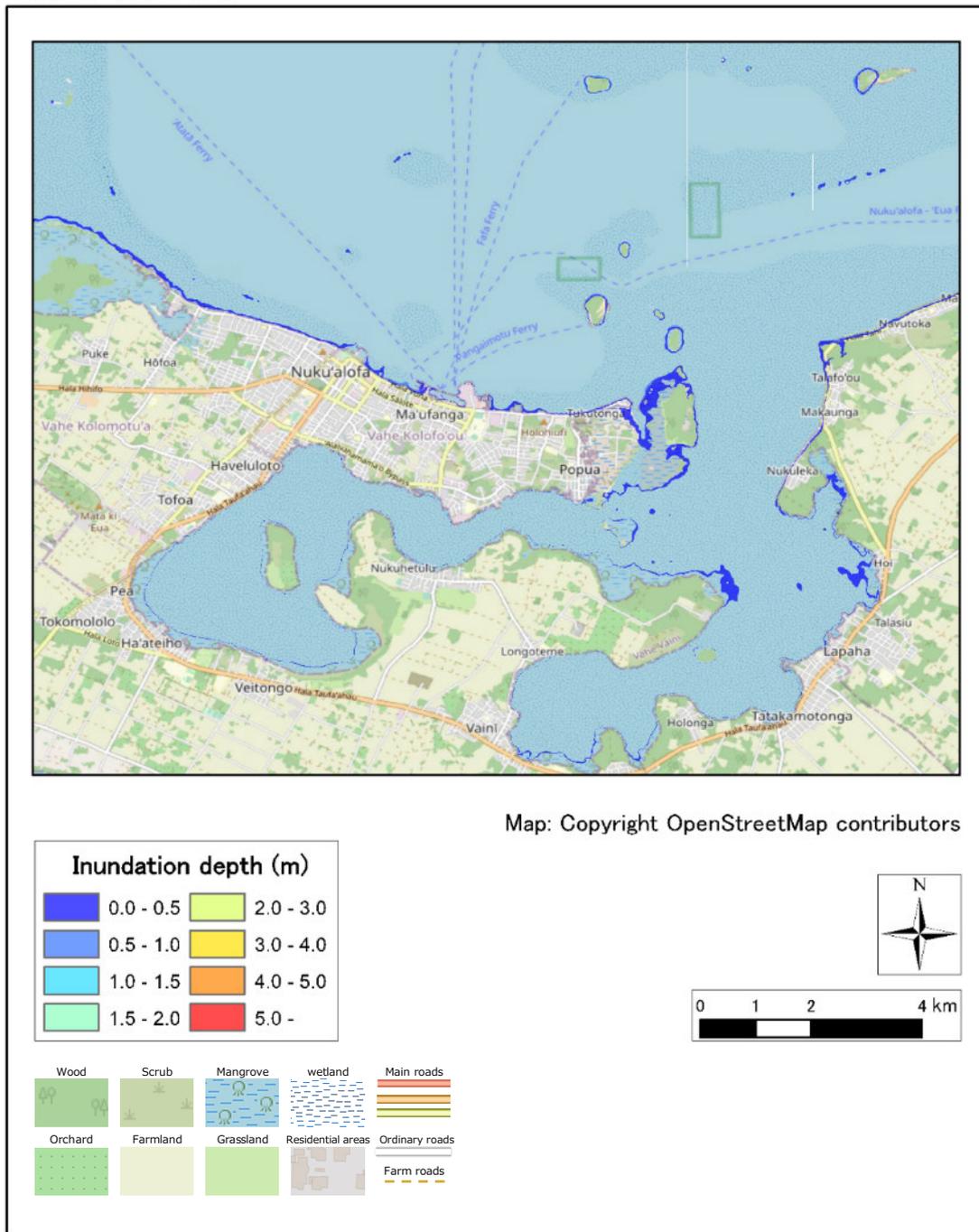
CASE: Volc1-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.292 最大浸水深分布図 (Unnamed1, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

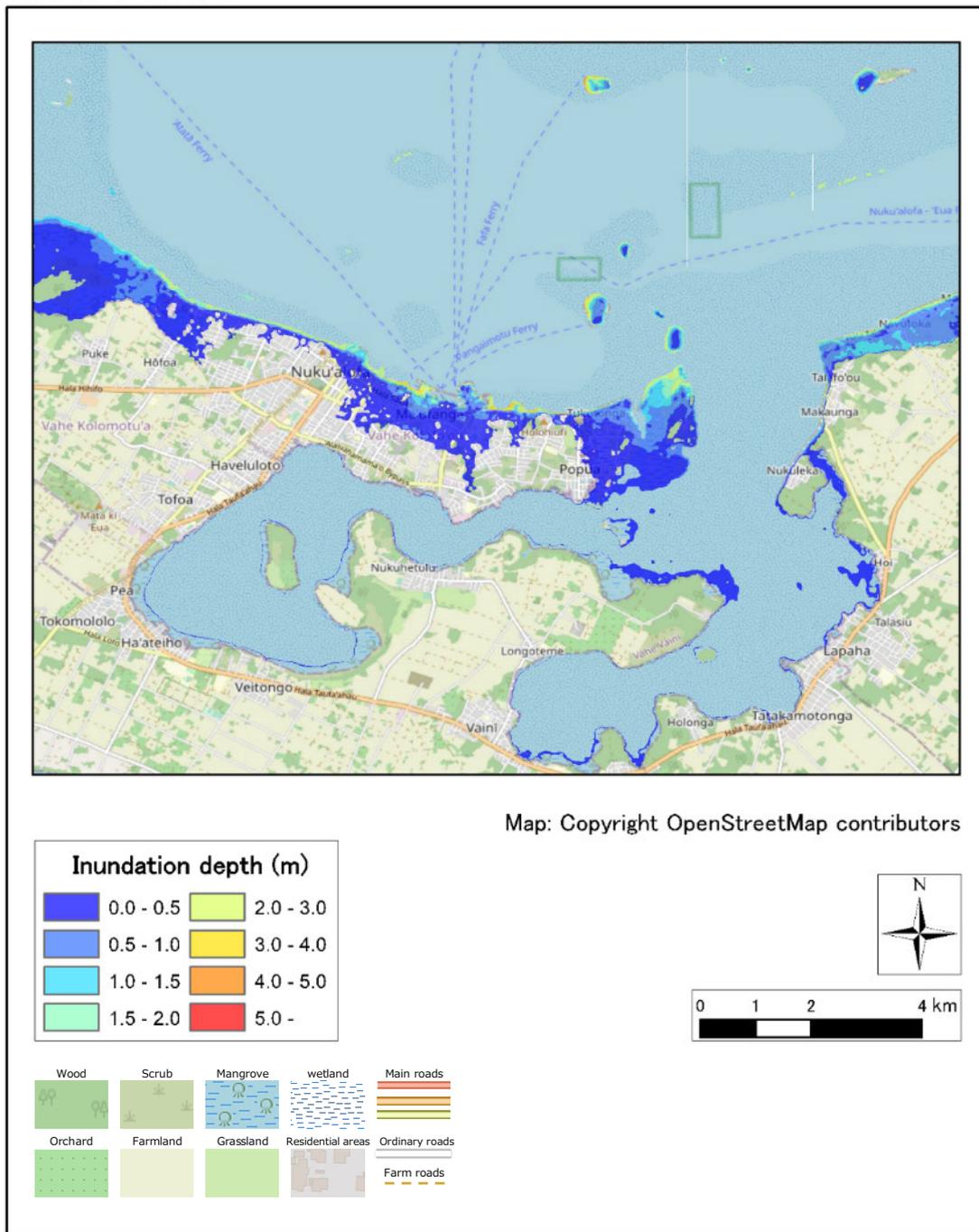
CASE: Volc2-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.293 最大浸水深分布図 (HomeReef, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

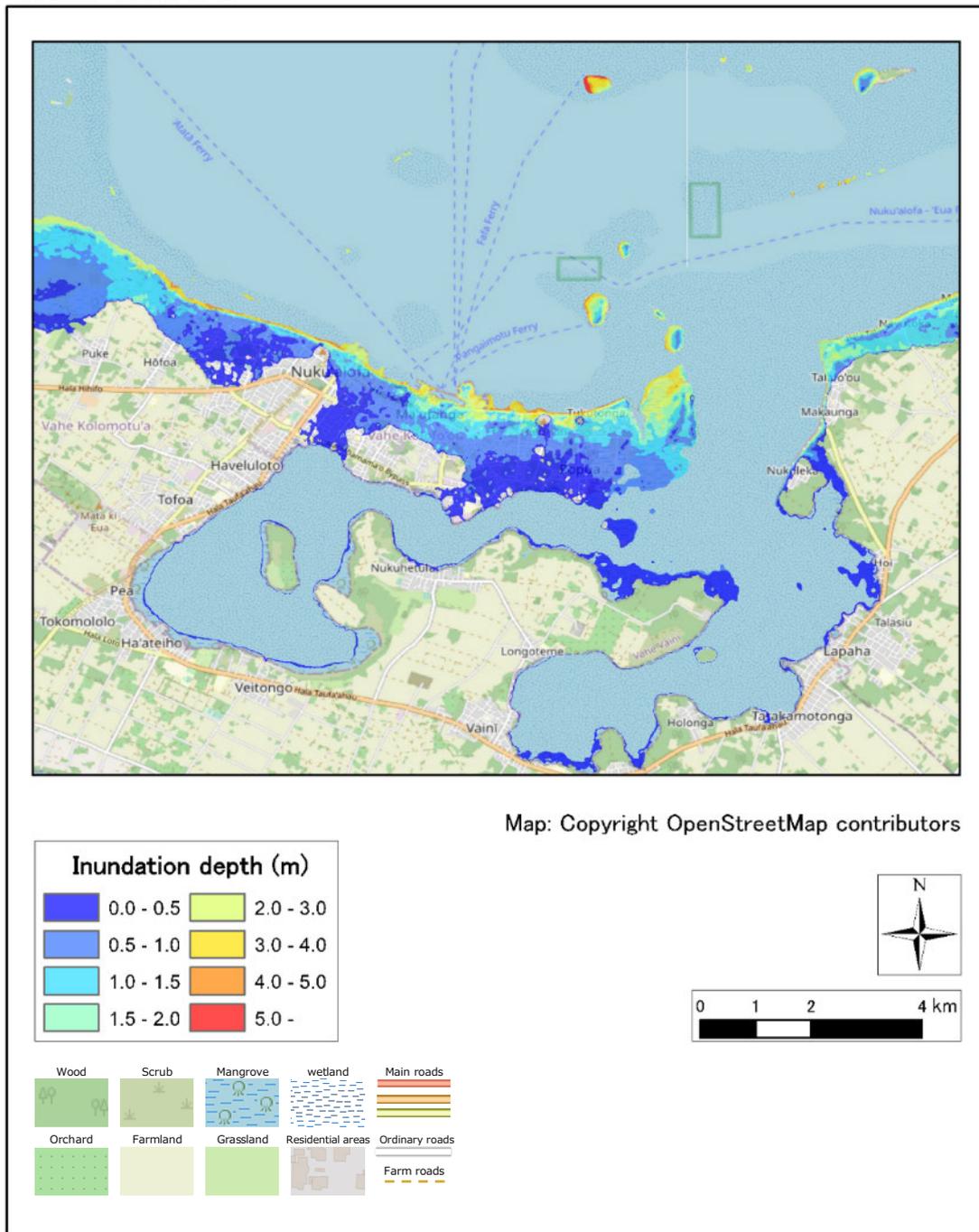
CASE: Volc4-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.295 最大浸水深分布図 (Fonuafo'ou, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

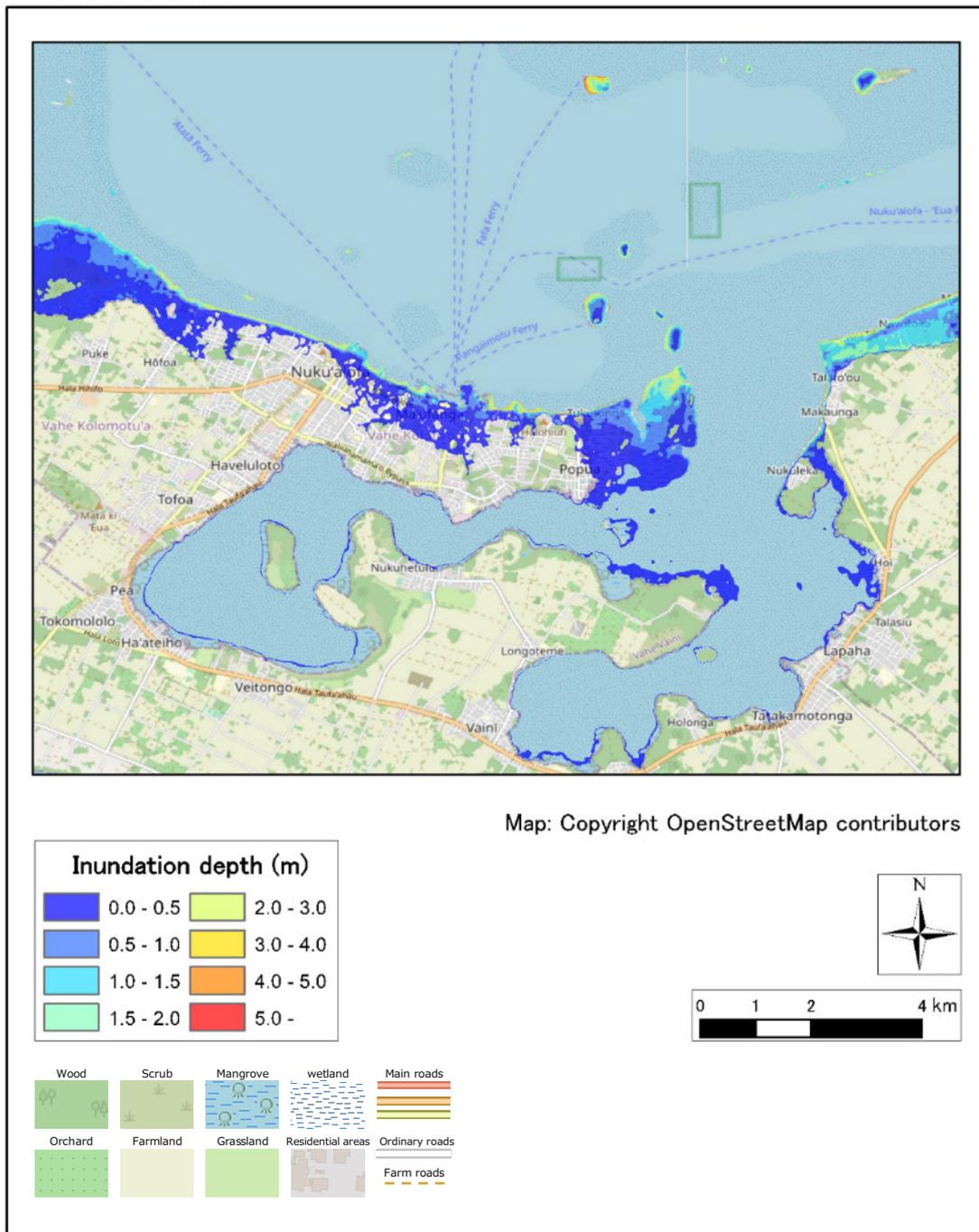
CASE: Volc5-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.296 最大浸水深分布図 (Unnamed2, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

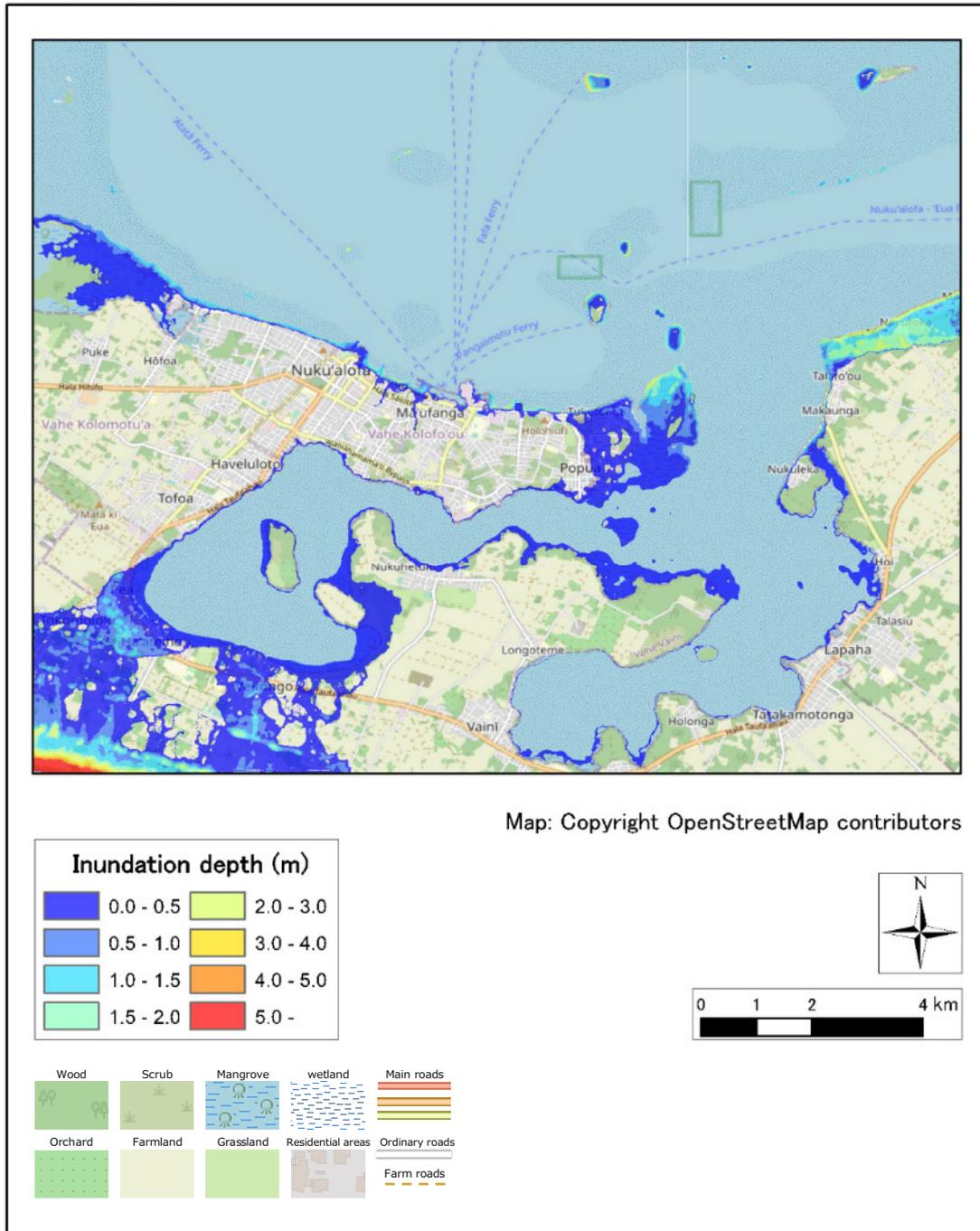
CASE: Volc6-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.297 最大浸水深分布図 (Unnamed3, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

CASE: Volc7-3-3

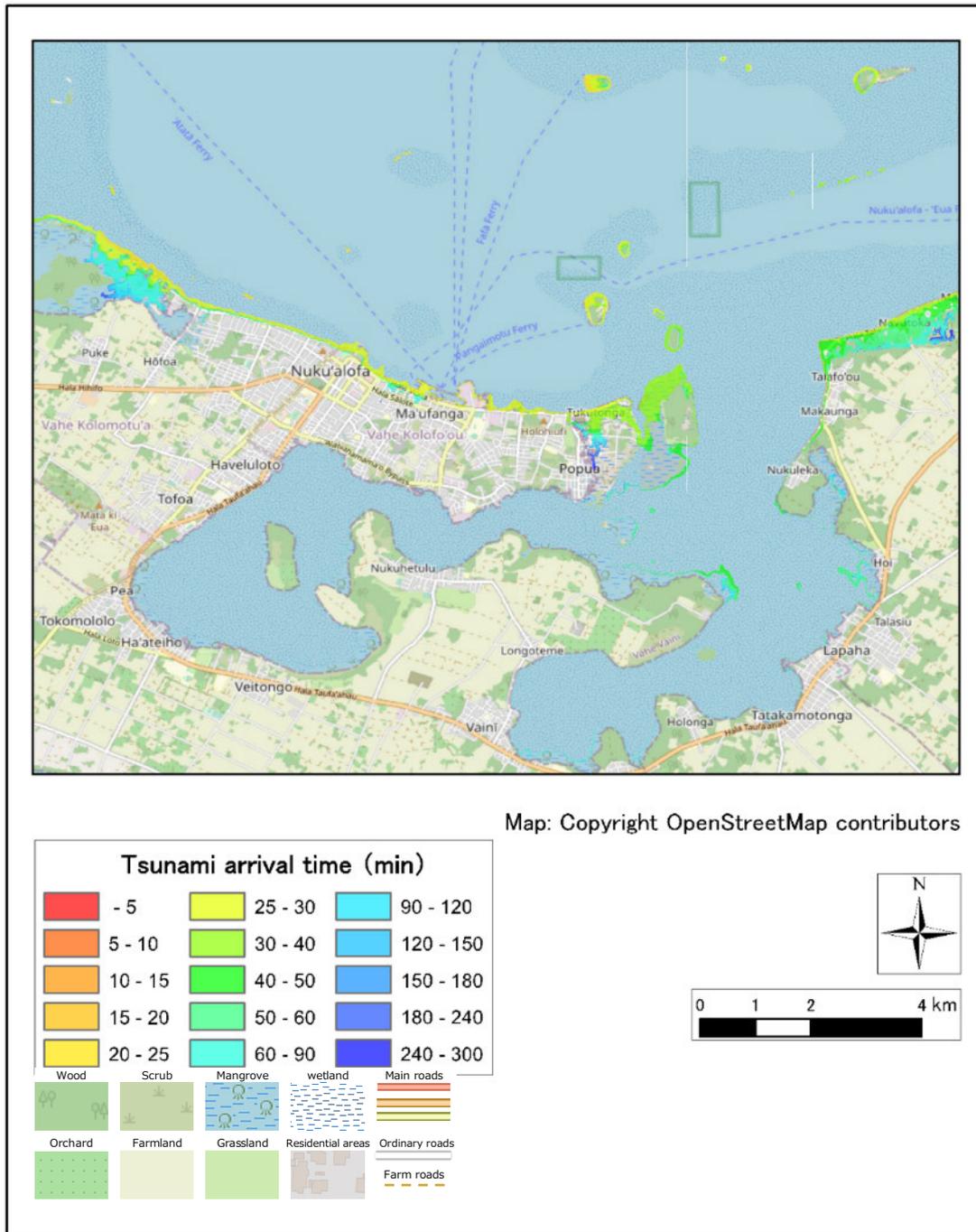


出典：JICA 調査団作成

図 2.6.298 最大浸水深分布図 (Unnamed4, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

c. 津波到達時間分布図

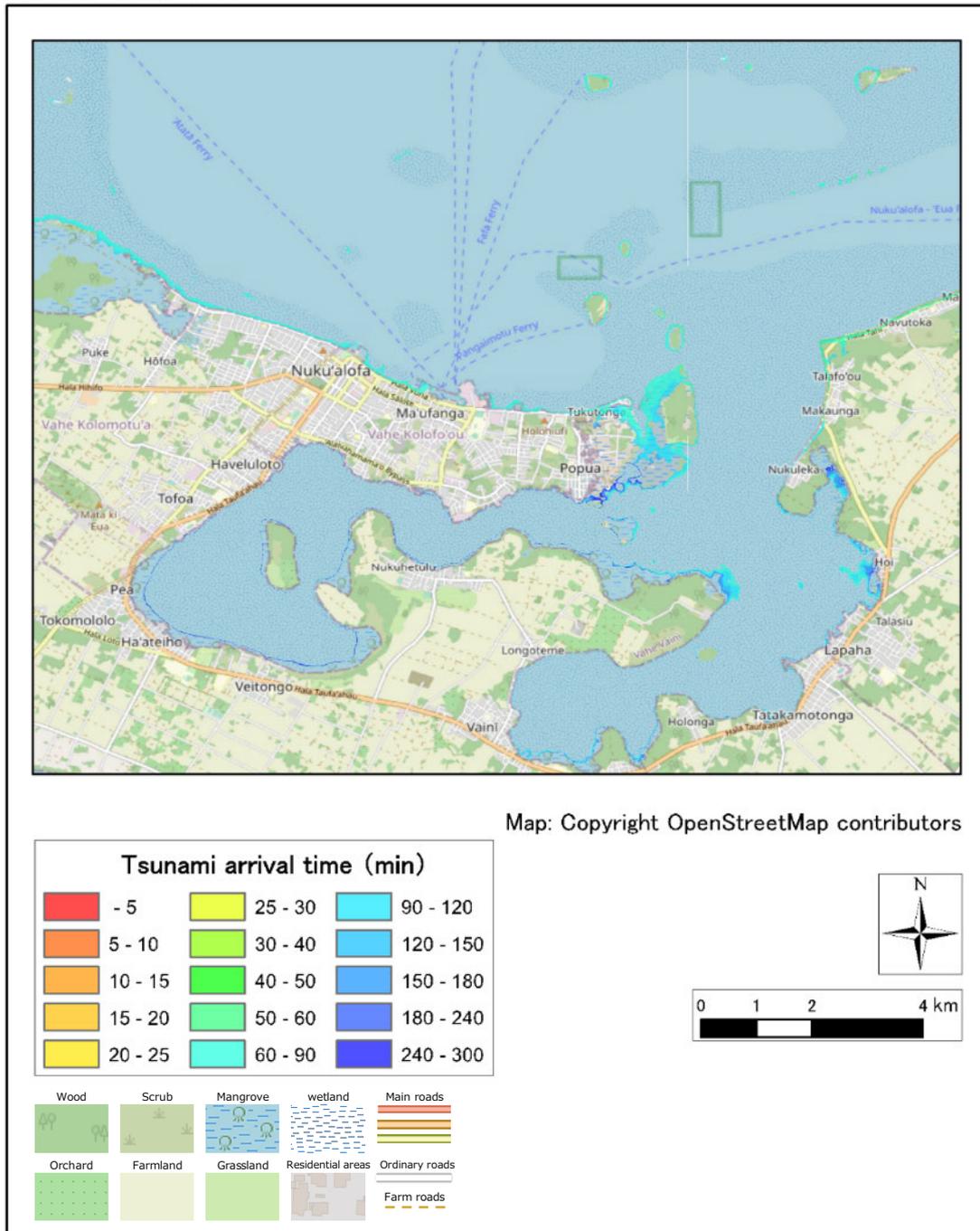
CASE: Volc0-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.299 津波到達時間分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha'pai, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

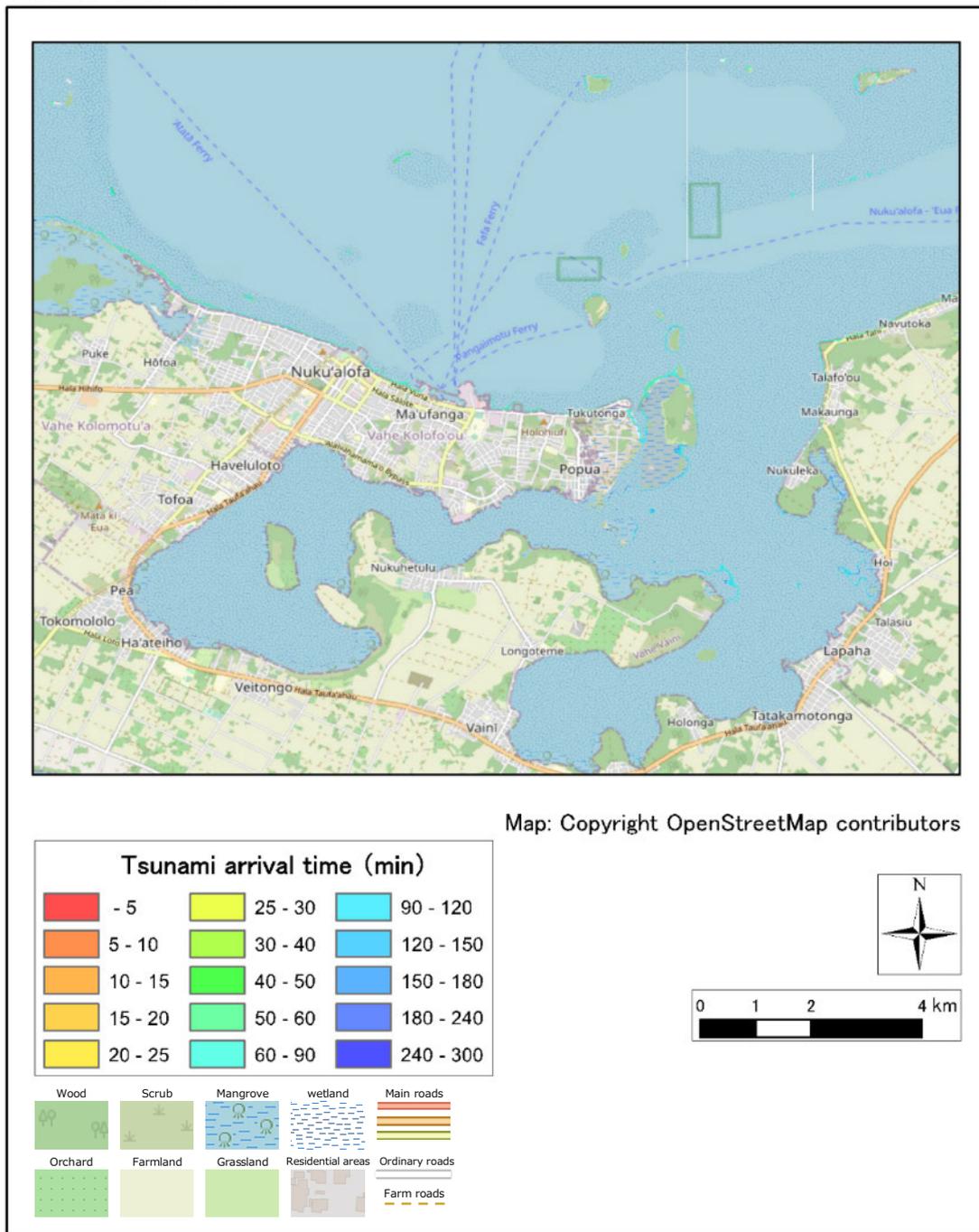
CASE: Volc1-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.300 津波到達時間分布図 (Unnamed1, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

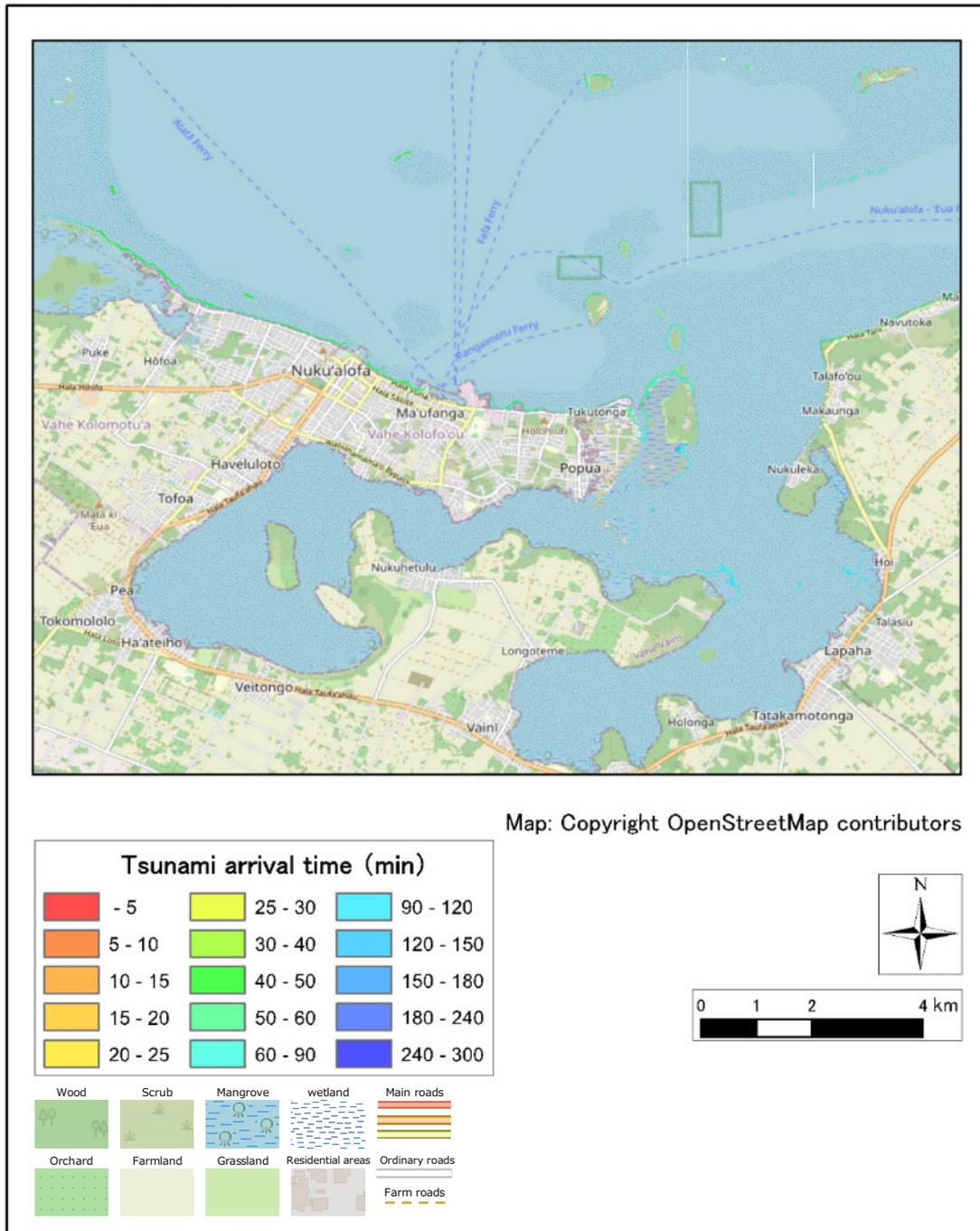
CASE: Volc2-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.301 津波到達時間分布図 (HomeReef, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

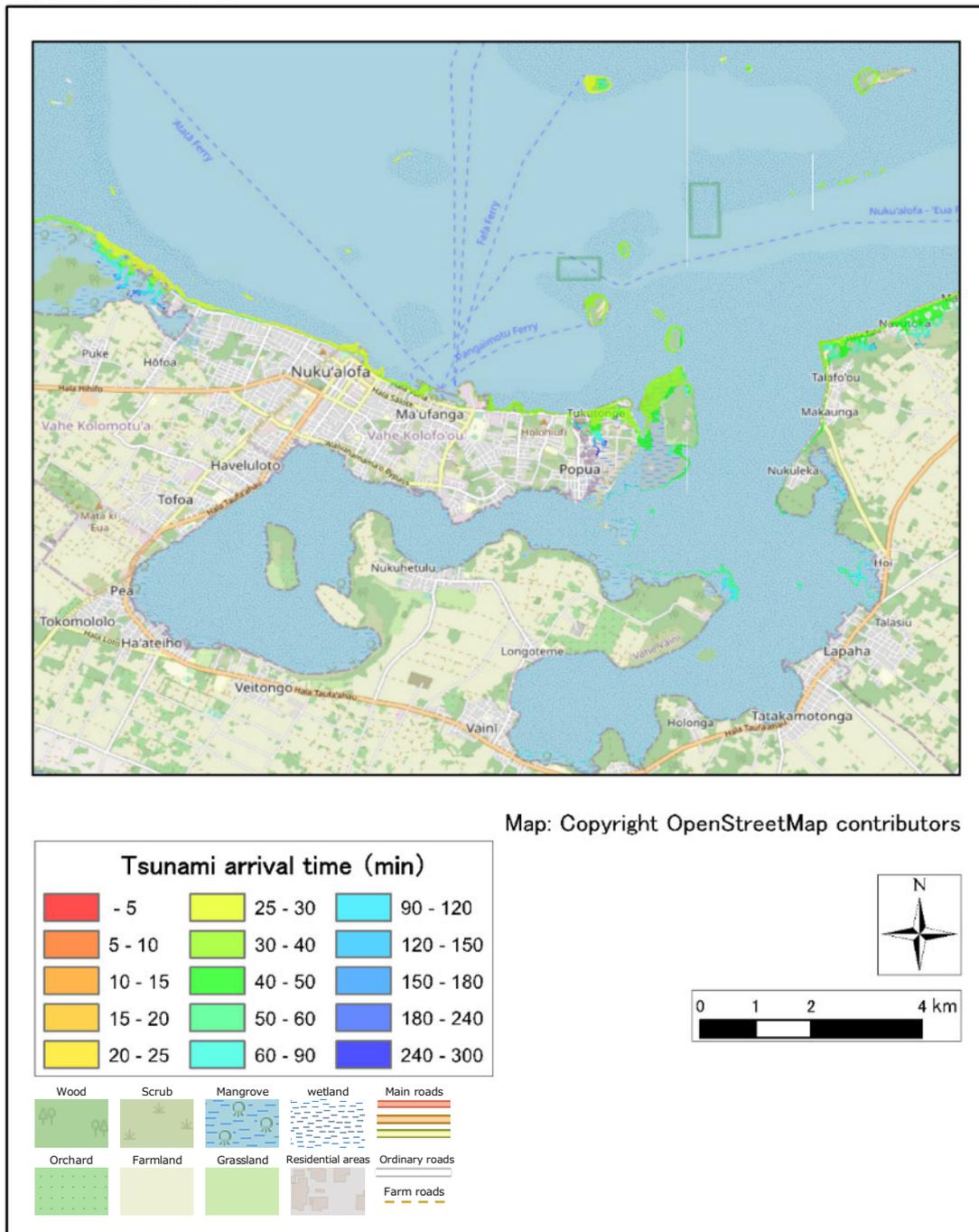
CASE: Volc3-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.302 津波到達時間分布図 (Lateiki, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

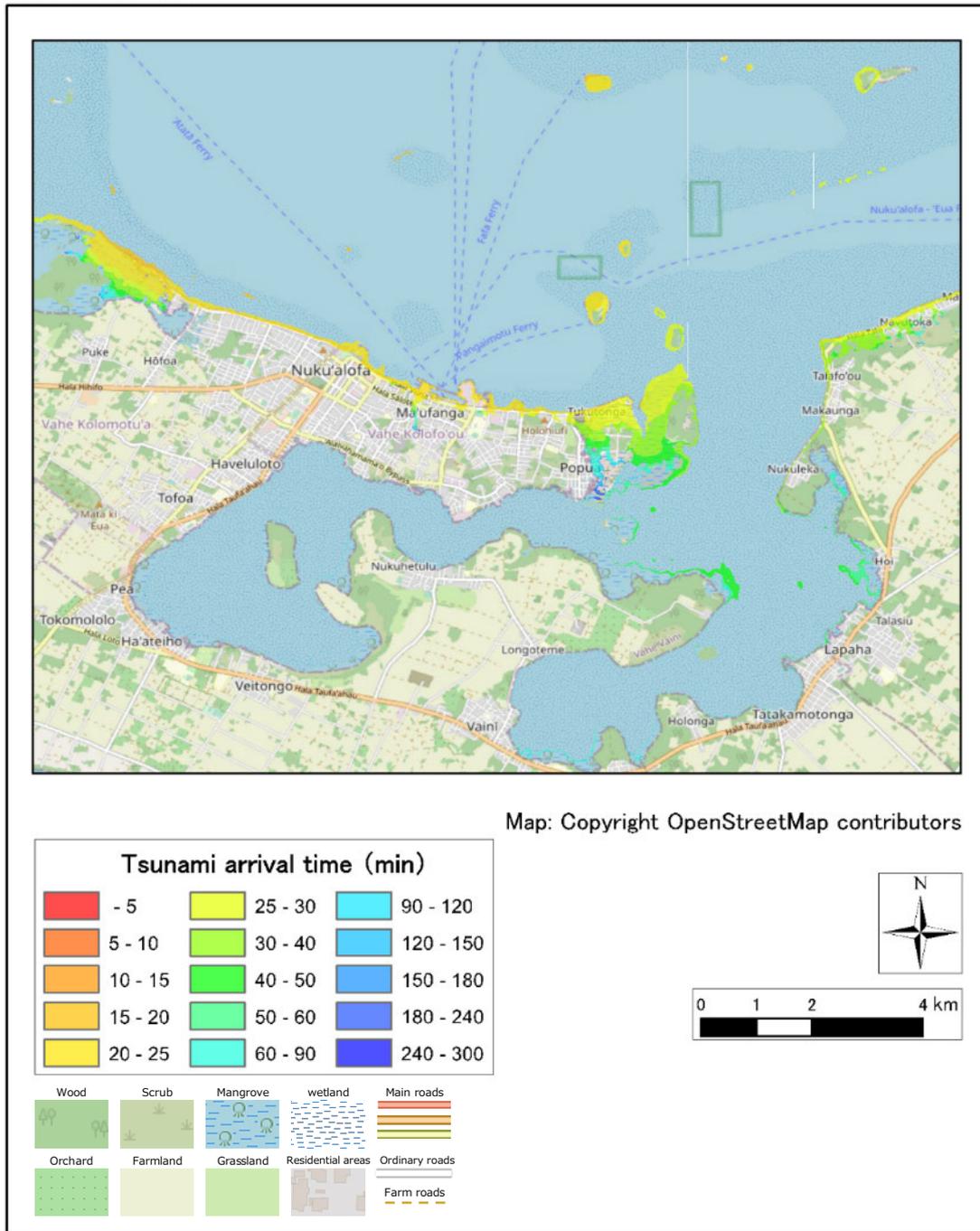
CASE: Volc4-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.303 津波到達時間分布図 (Fonuafu'ou H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

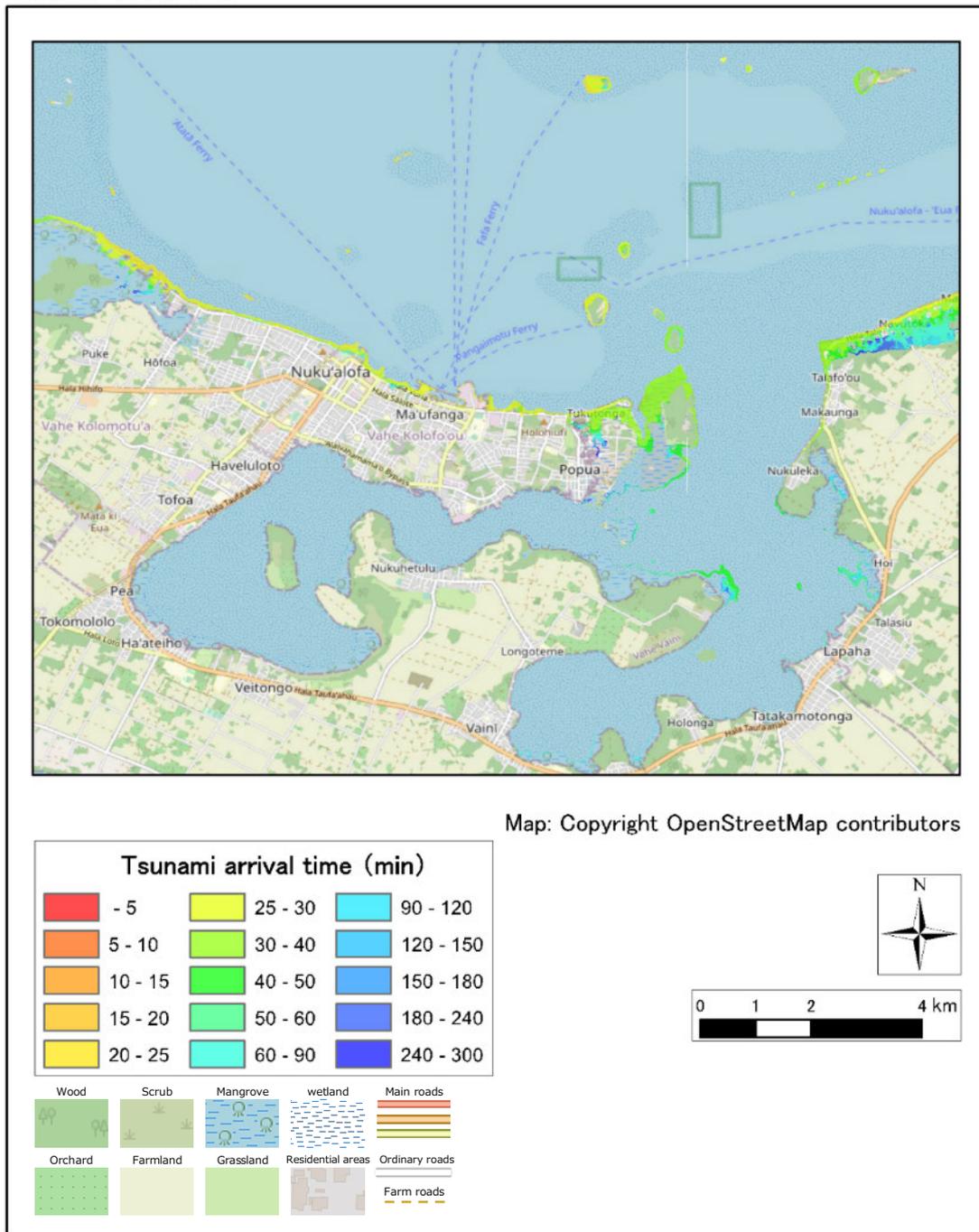
CASE: Volc5-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.304 津波到達時間分布図 (Unamed2, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

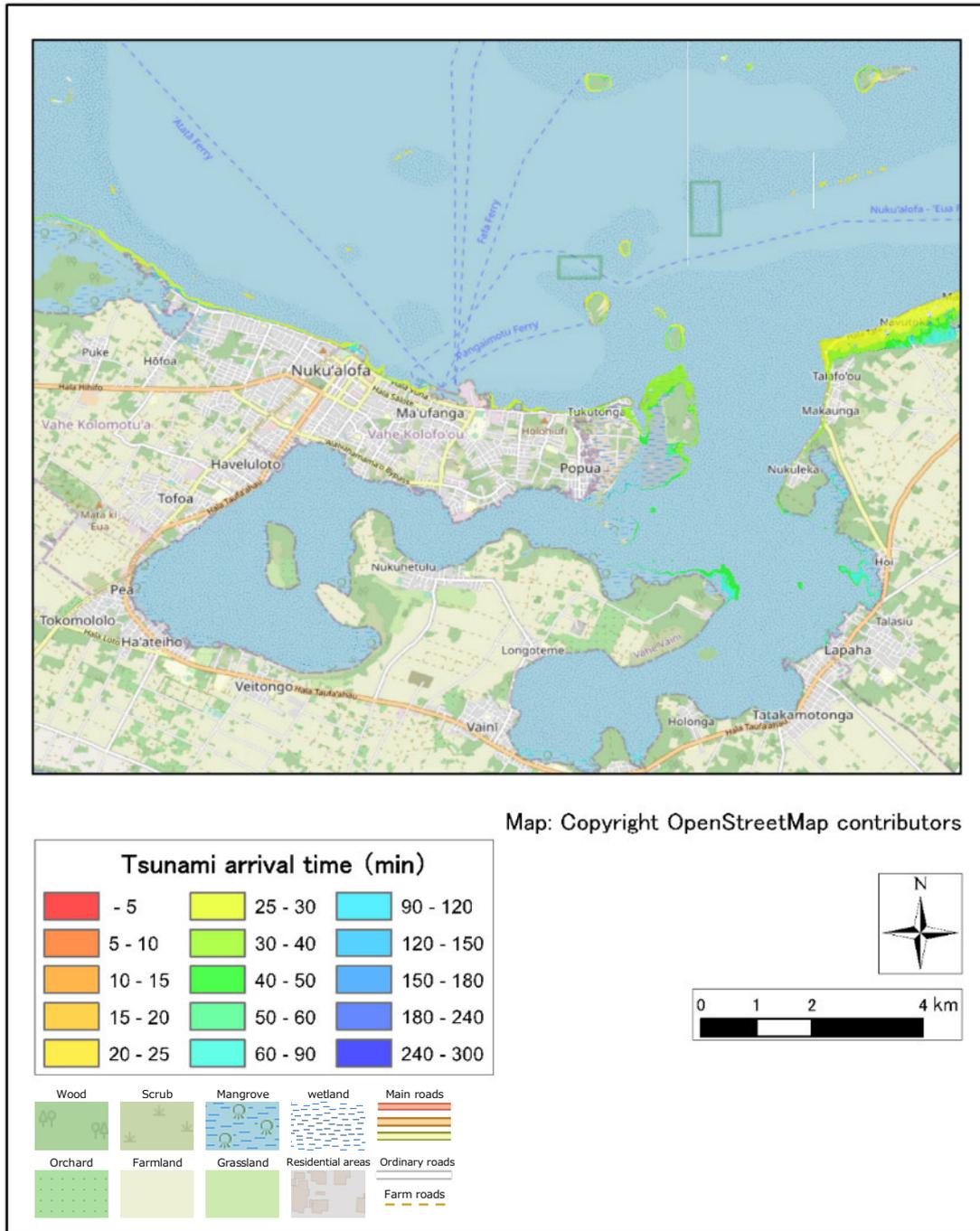
CASE: Volc6-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.305 津波到達時間分布図 (Unamed3, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

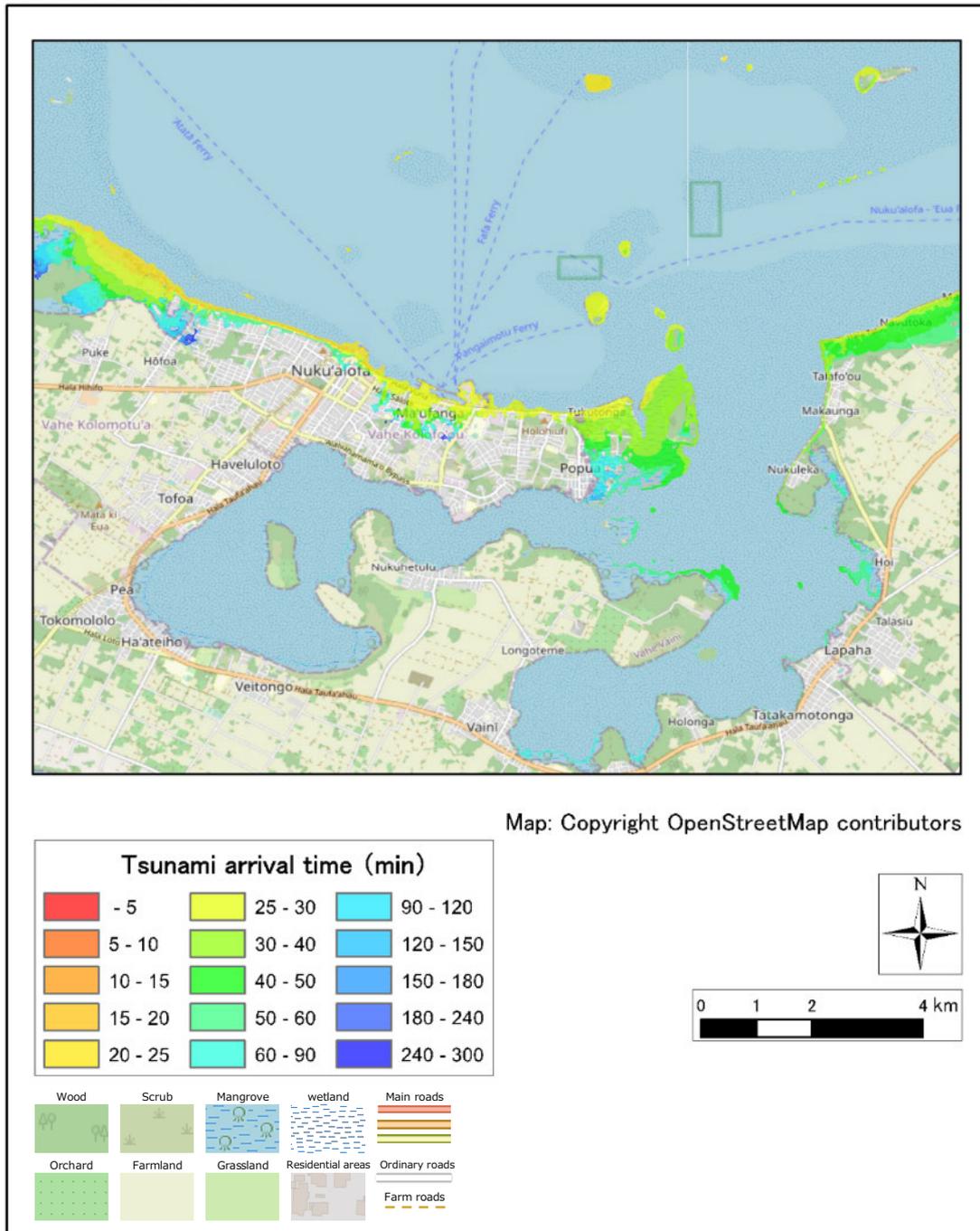
CASE: Volc7-1-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.306 津波到達時間分布図 (Unamed4, H=30m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

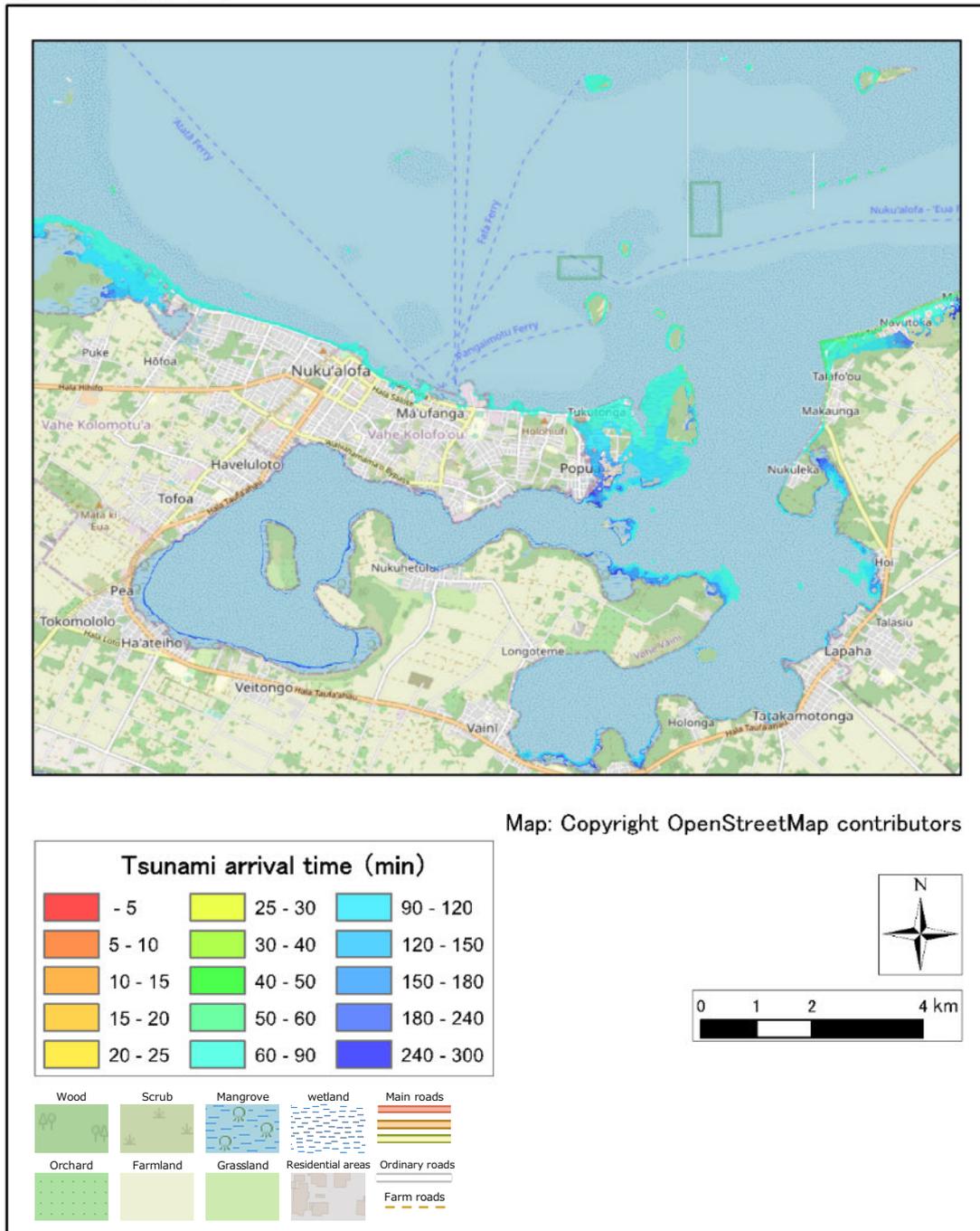
CASE: Volc0-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.307 津波到達時間分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha’pai, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

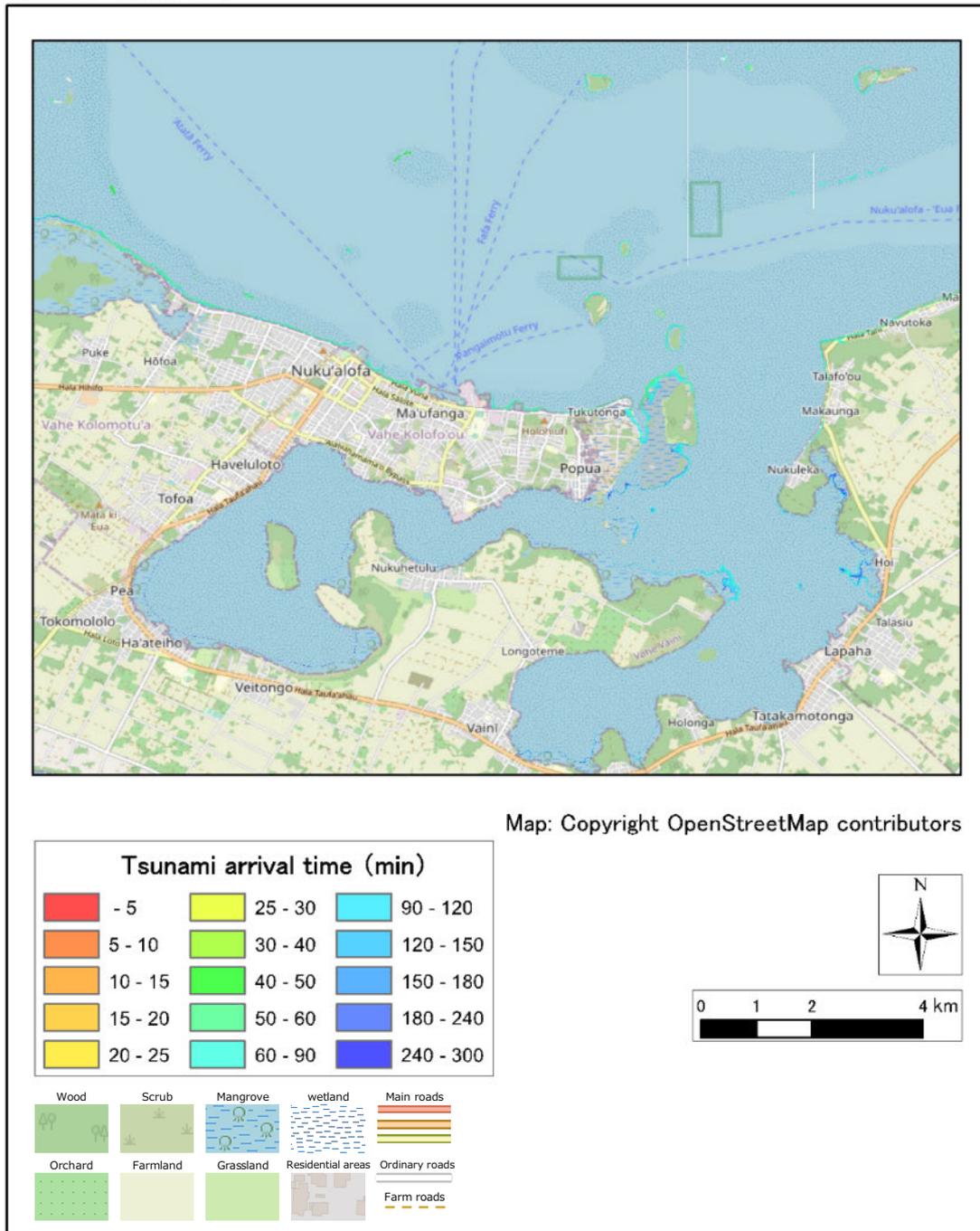
CASE: Volc1-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.308 津波到達時間分布図 (Unnamed1, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

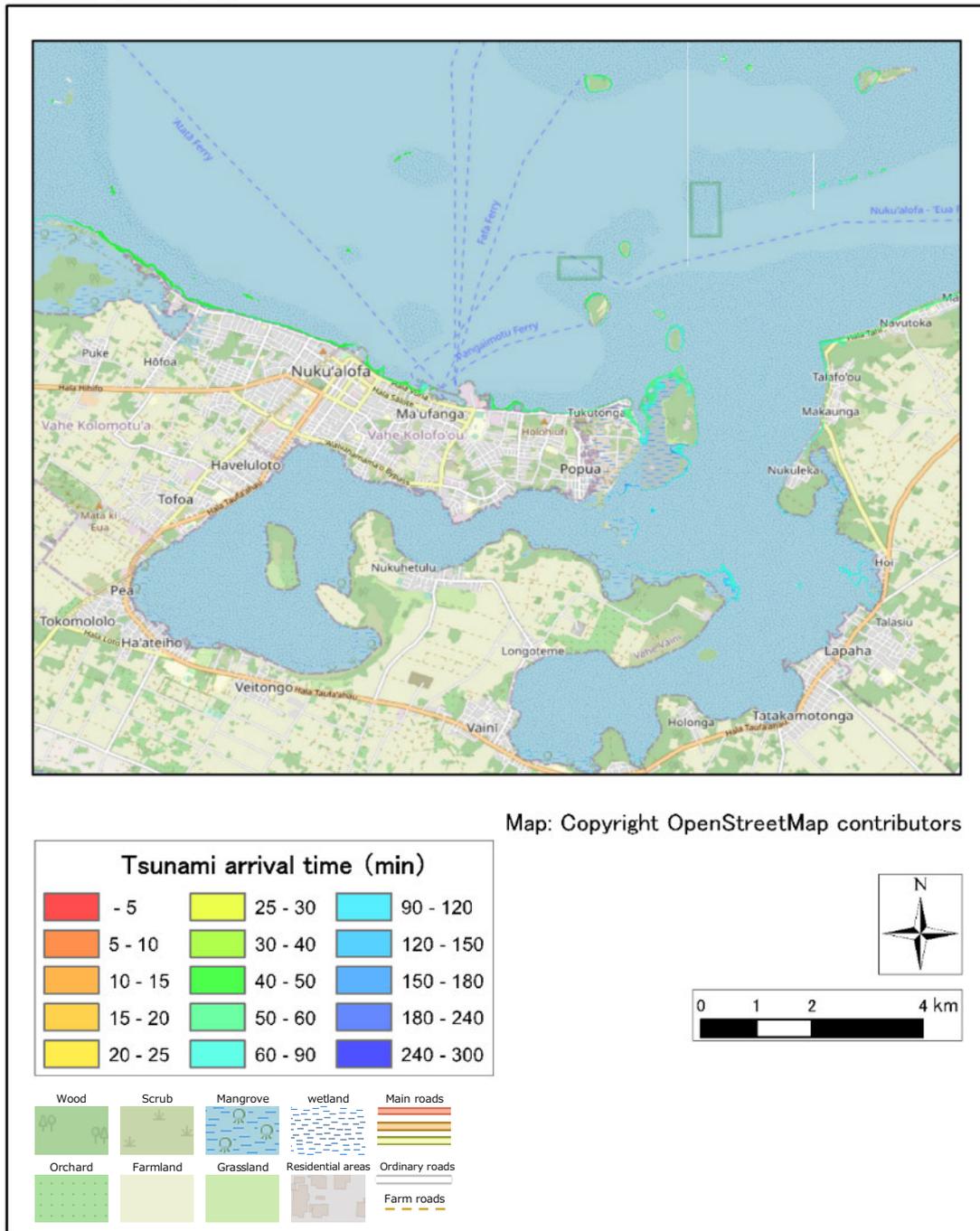
CASE: Volc2-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.309 津波到達時間分布図 (HomeReef, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

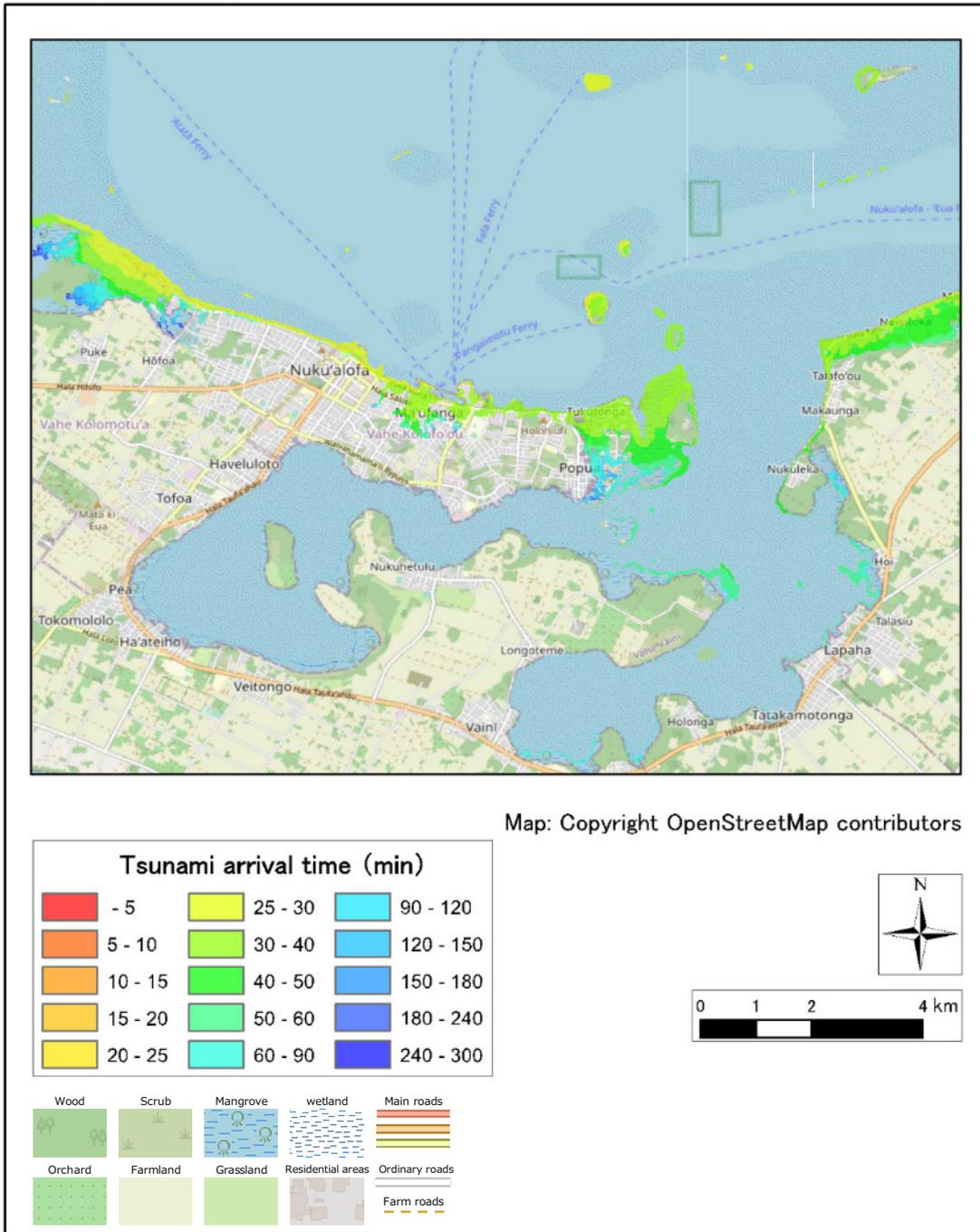
CASE: Volc3-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.310 津波到達時間分布図 (Lateiki, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

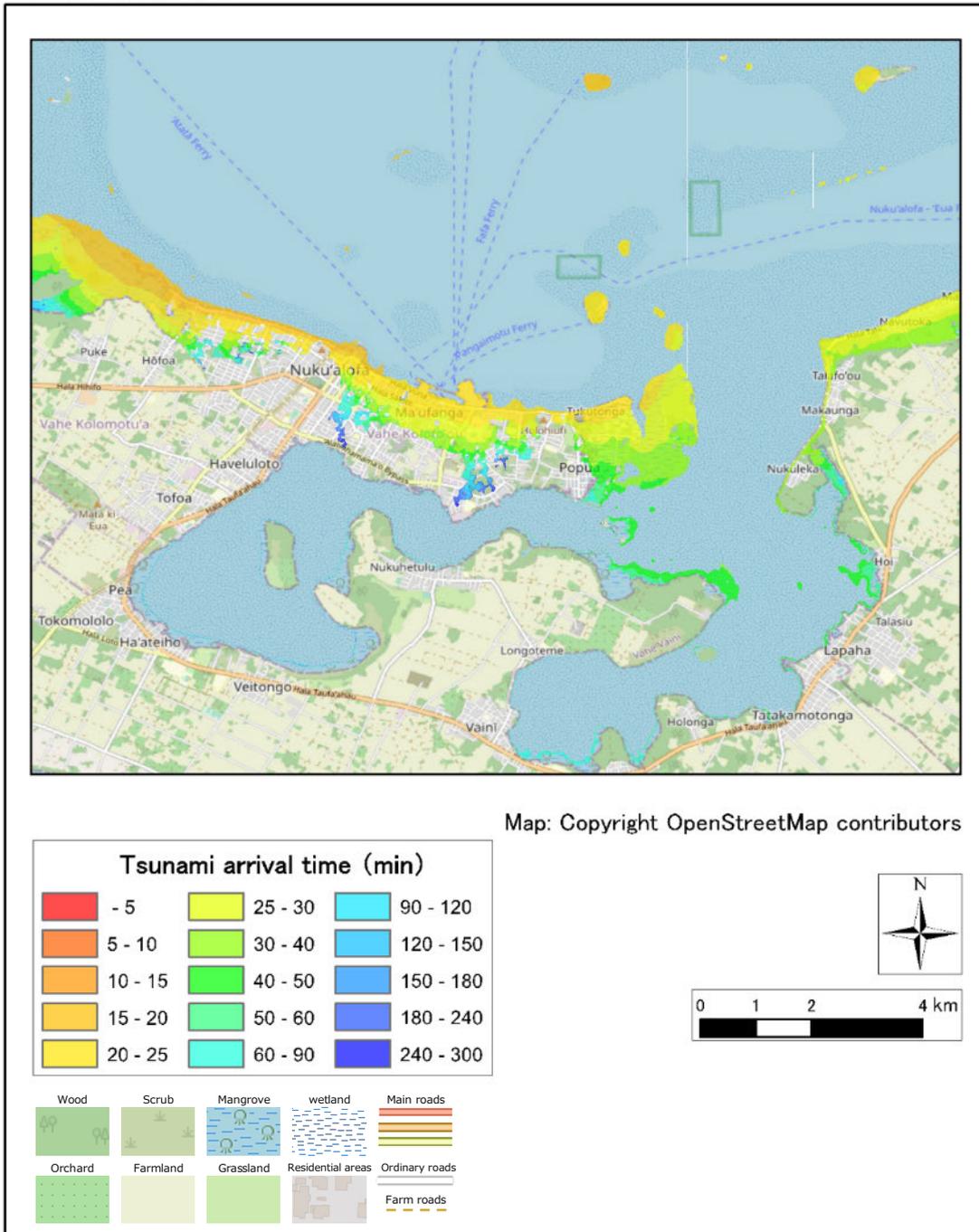
CASE: Volc4-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.311 津波到達時間分布図 (Fonuafo'ou, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

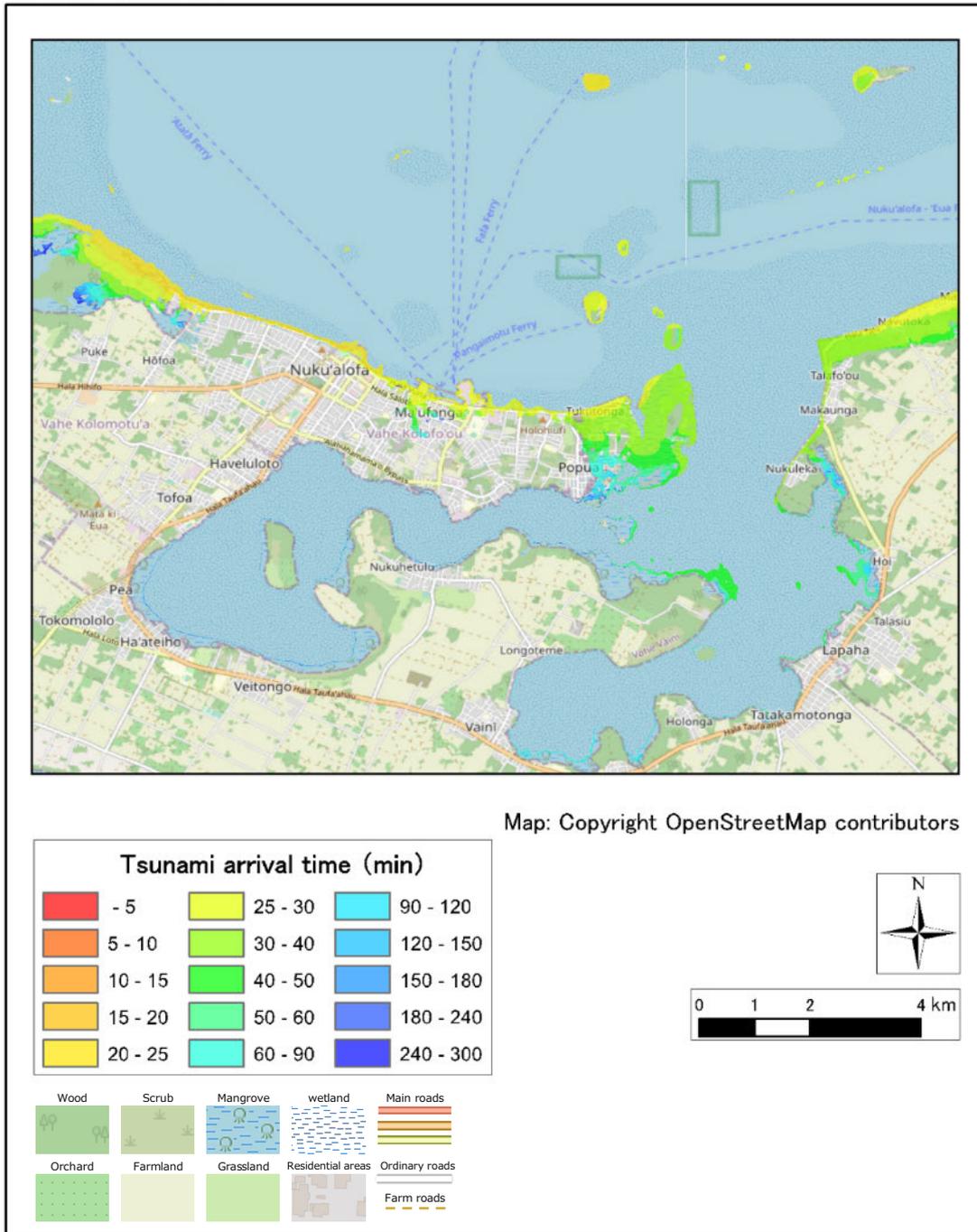
CASE: Volc5-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.312 津波到達時間分布図 (Unamed2, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

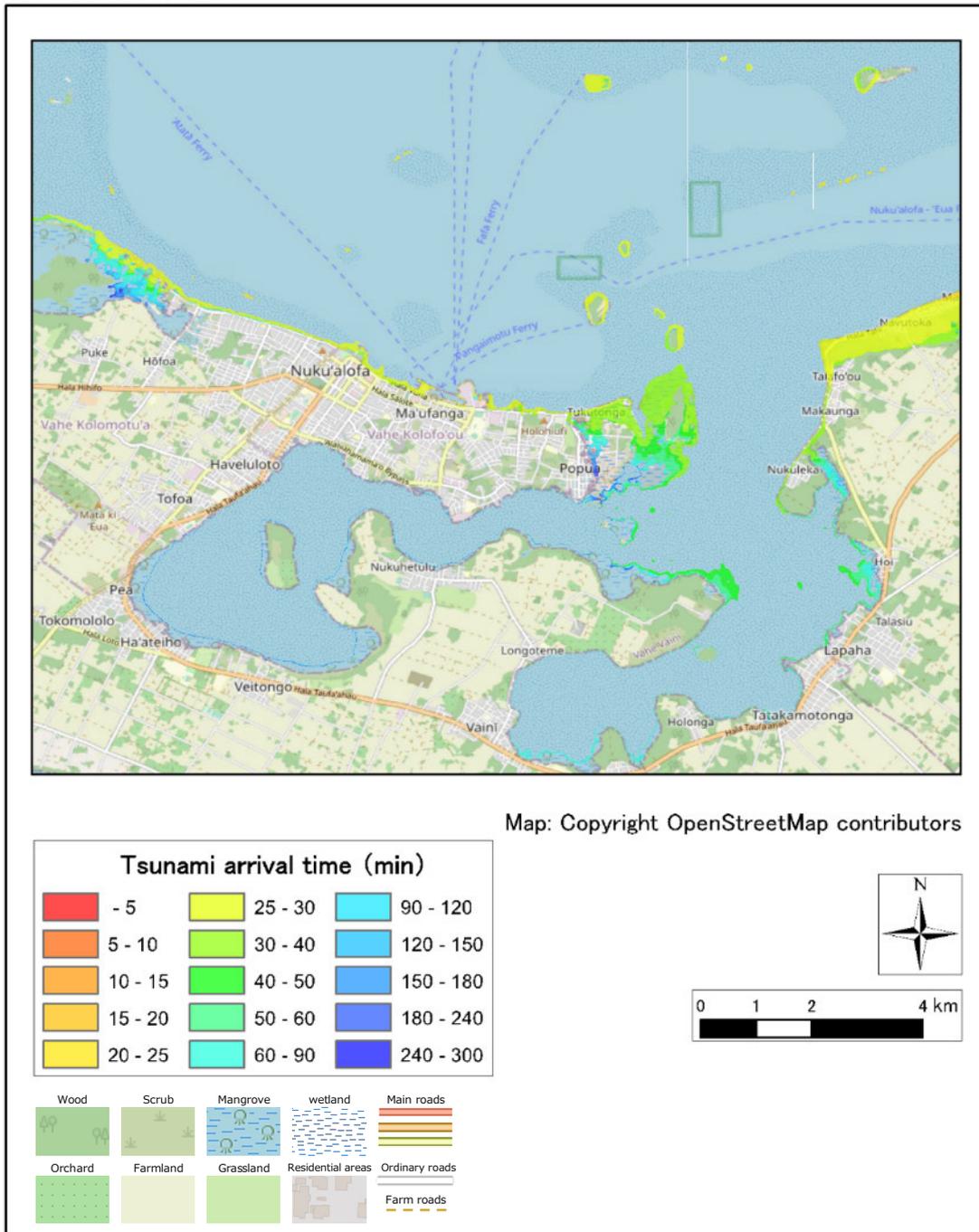
CASE: Volc6-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.313 津波到達時間分布図 (Unamed3, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

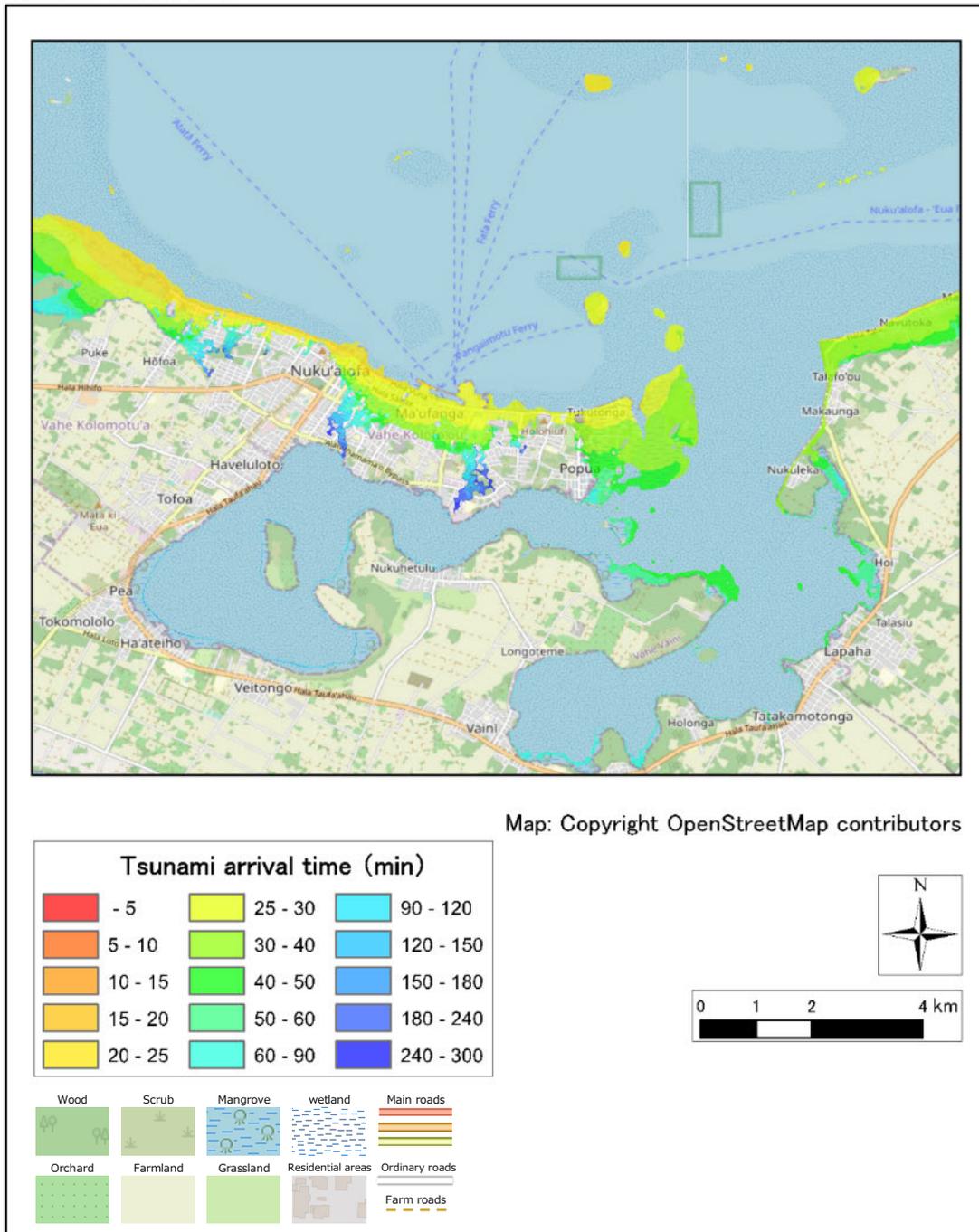
CASE: Volc7-2-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.314 津波到達時間分布図 (Unamed4, H=60m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

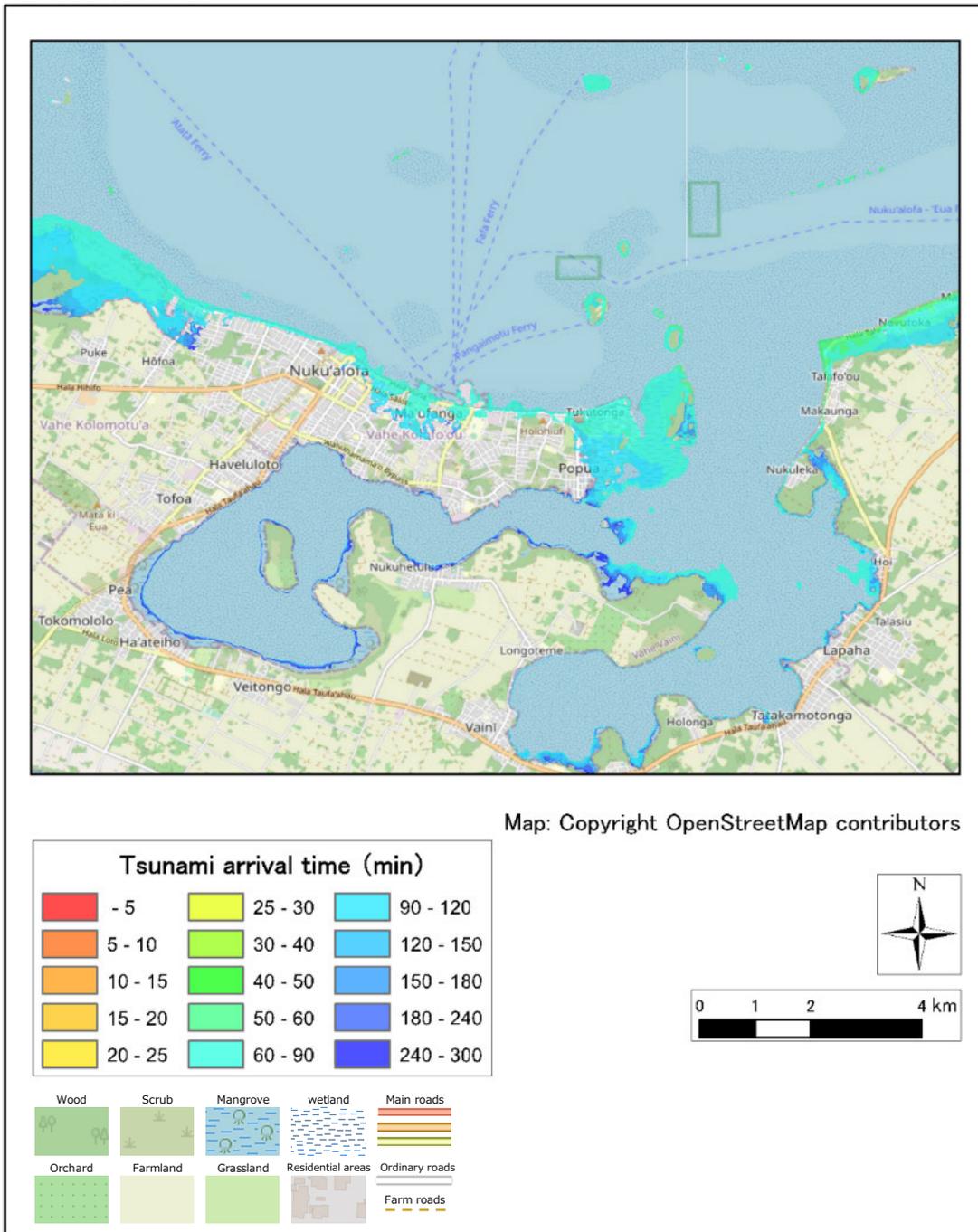
CASE: Volc0-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.315 津波到達時間分布図 (Hunga Tonga-Hunga Ha'pai, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

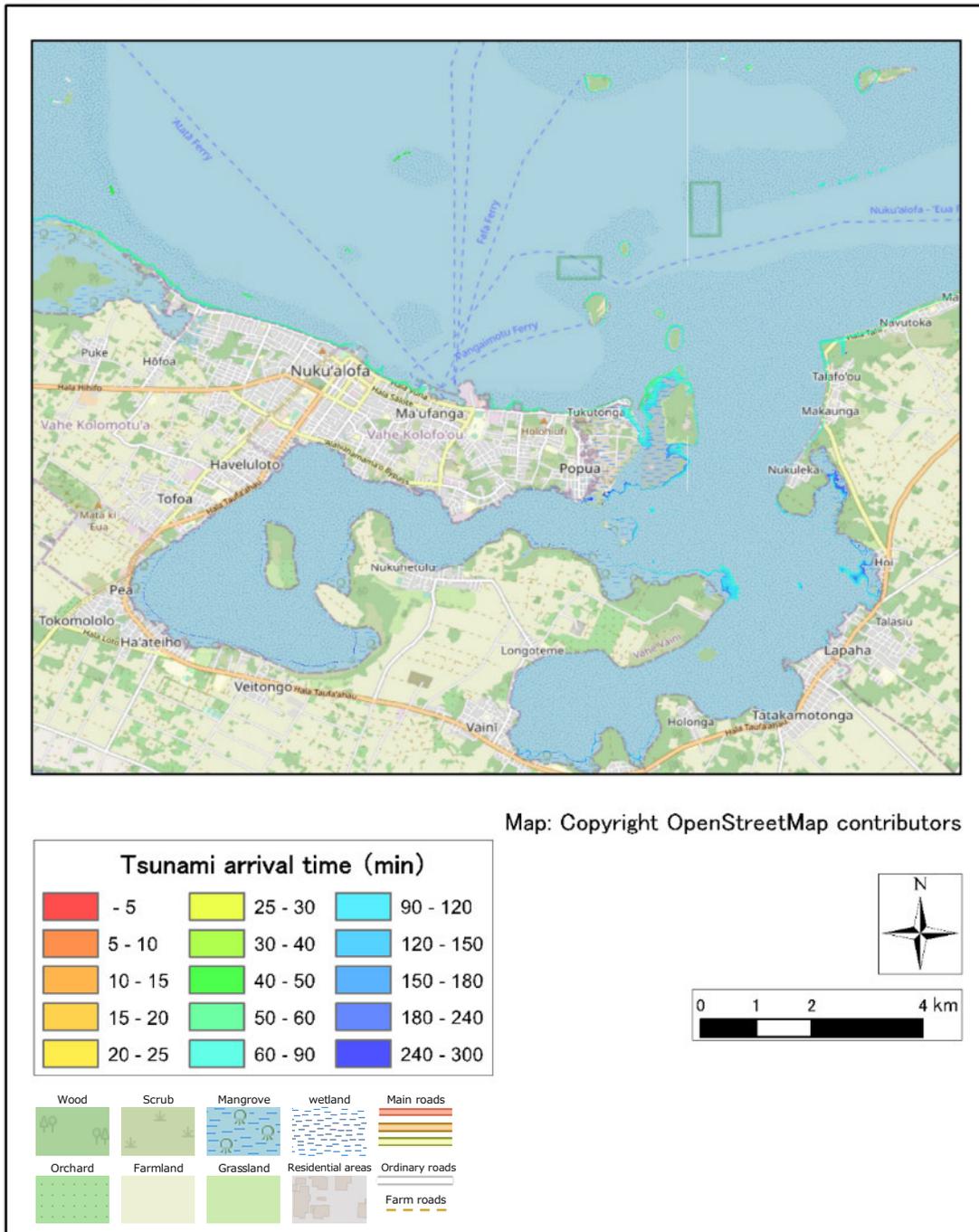
CASE: Volc1-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.316 津波到達時間分布図 (Unnamed1, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

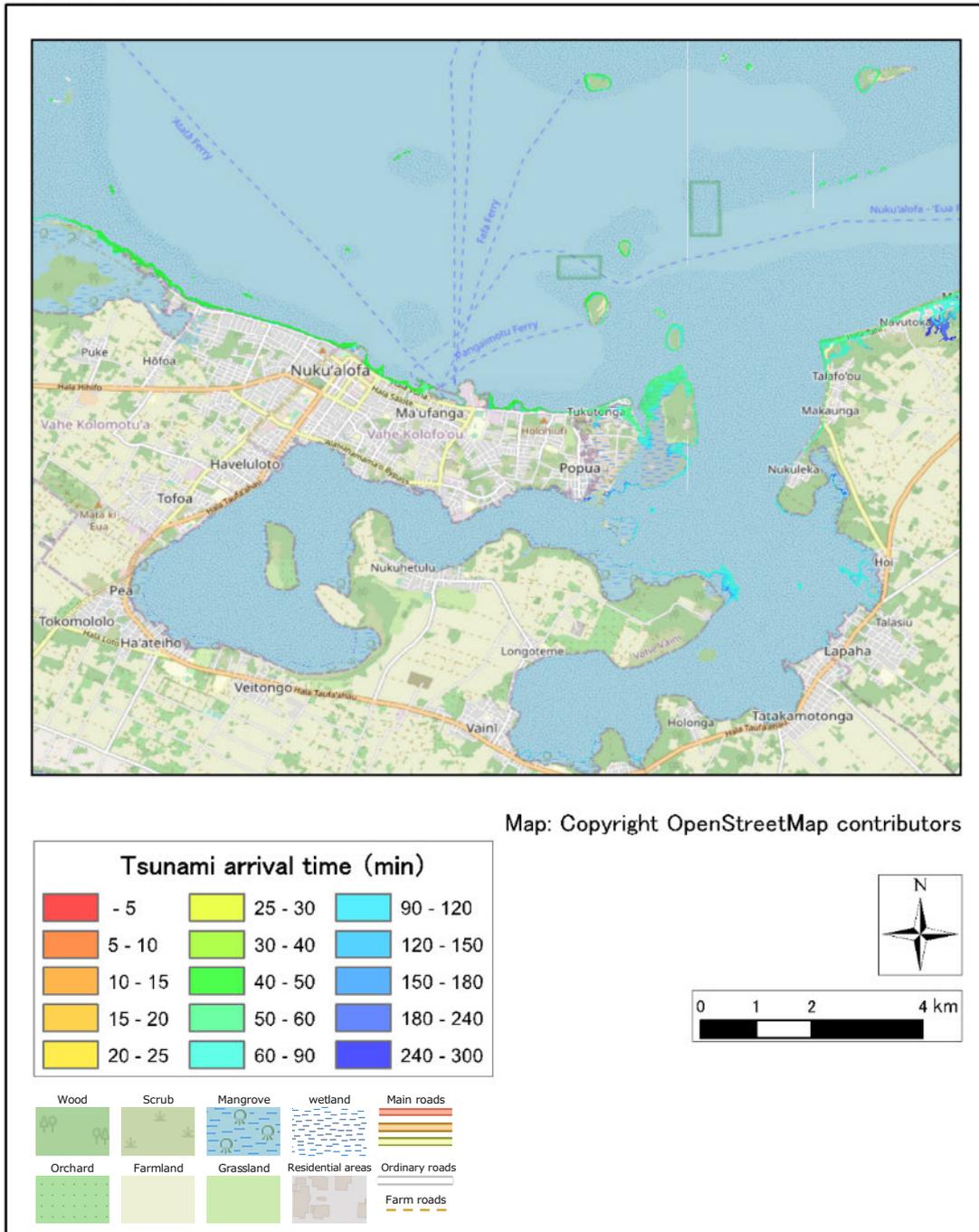
CASE: Volc2-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.317 津波到達時間分布図 (HomeReef, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

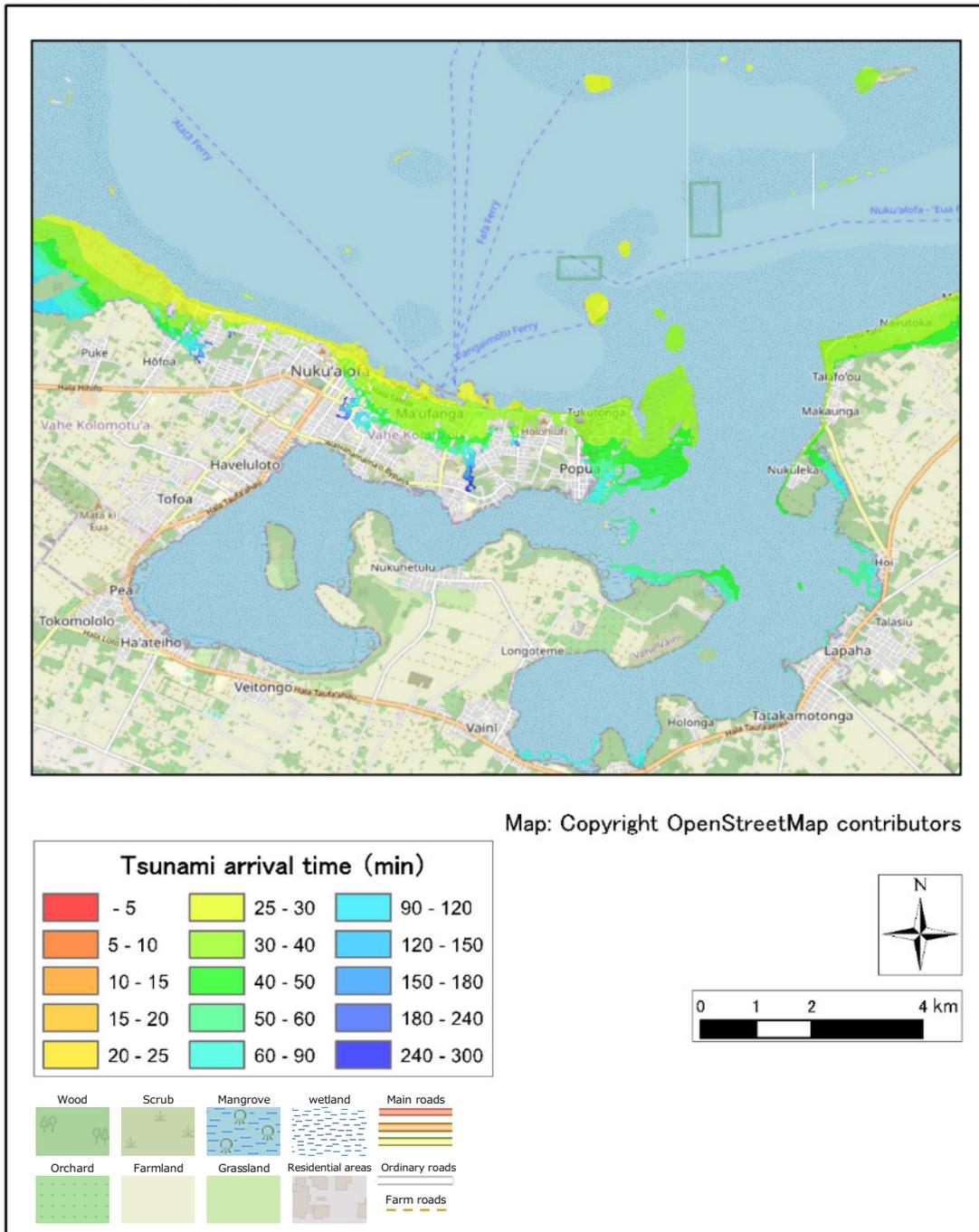
CASE: Volc3-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.318 津波到達時間分布図 (Lateiki, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

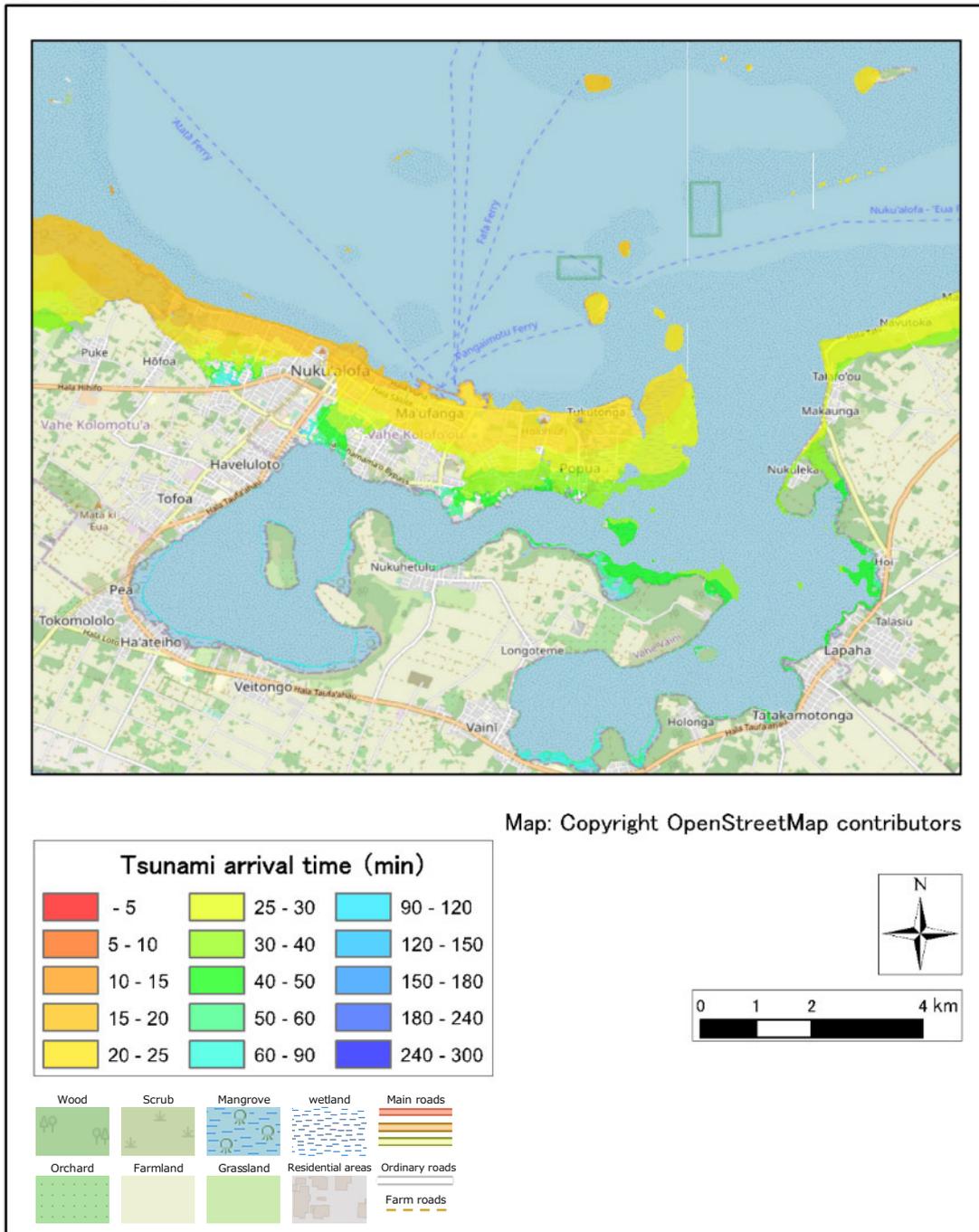
CASE: Volc4-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.319 津波到達時間分布図 (Fonoafo'ou, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

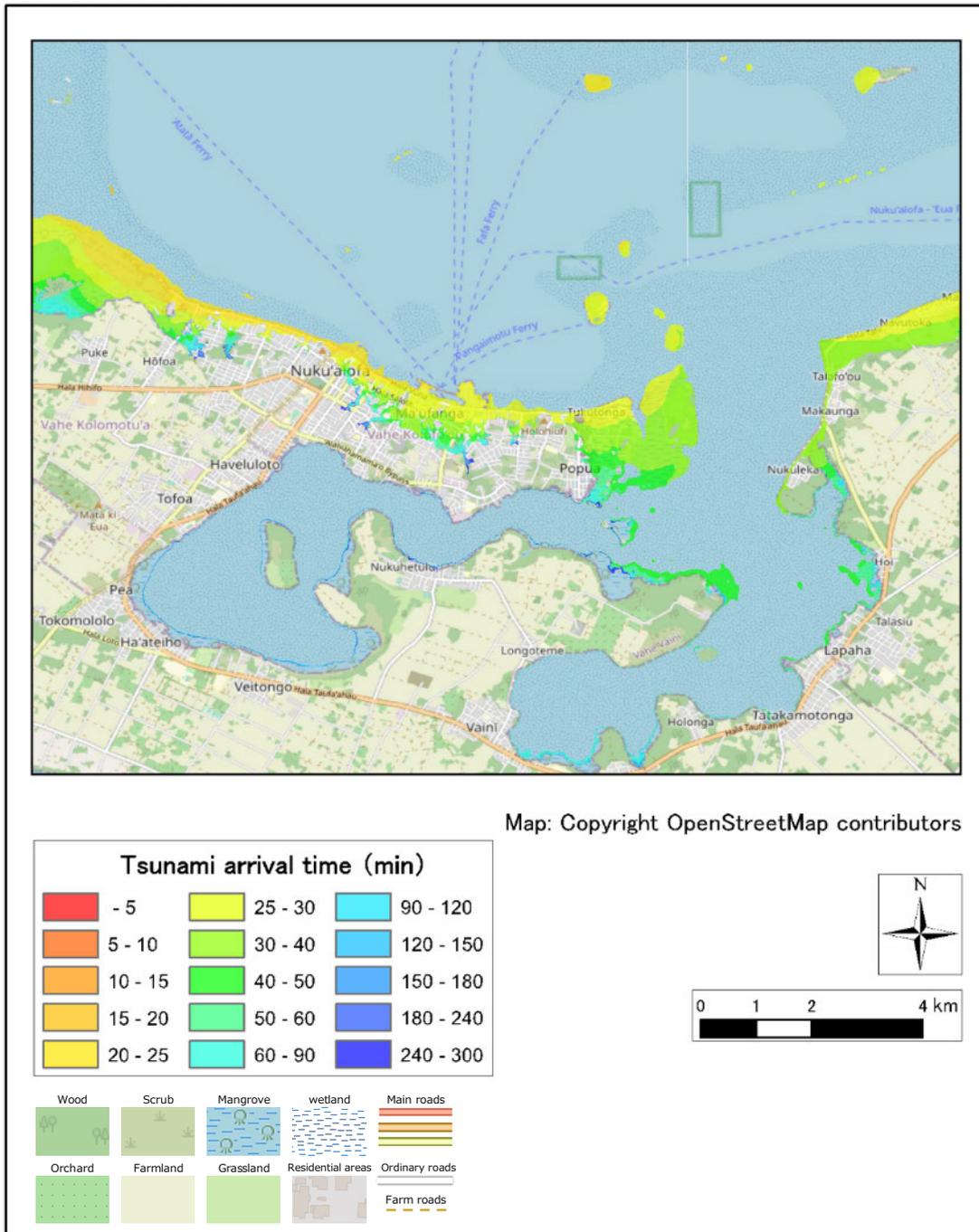
CASE: Volc5-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.320 津波到達時間分布図 (Unamed2, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

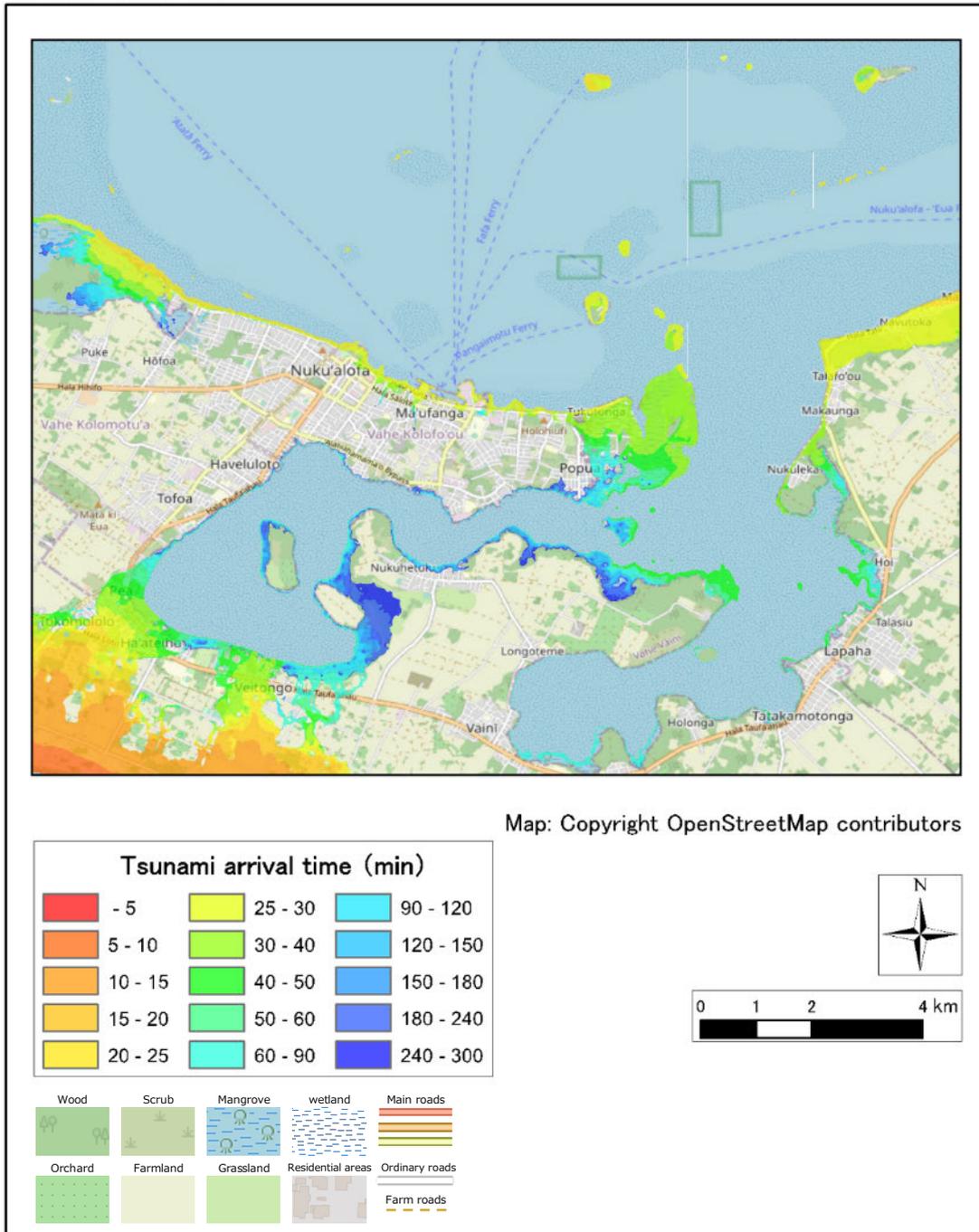
CASE: Volc6-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.321 津波到達時間分布図 (Unamed3, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

CASE: Volc7-3-3



出典：JICA 調査団作成

図 2.6.322 津波到達時間分布図 (Unamed4, H=90m 対策護岸 M.S.L.+4.0m)

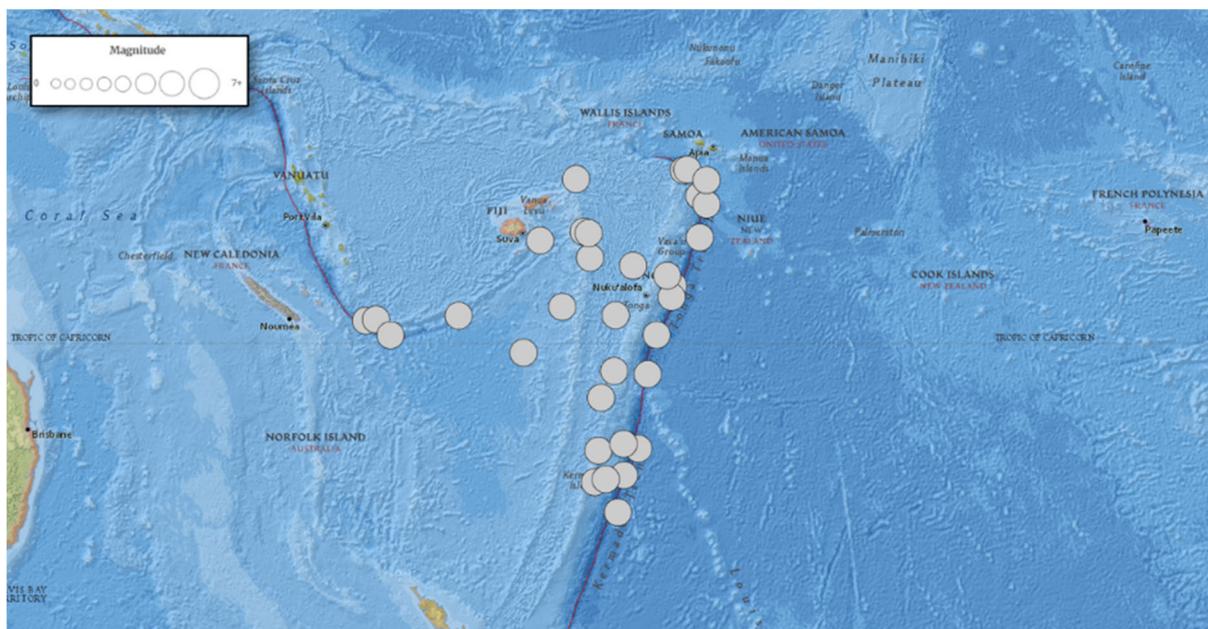
2.7 地震性津波解析

2.7.1 地震断層を波源とした津波解析

トンガトレンチで過去に発生した M8 以上の地震で断層モデルが設定できるものを対象に地震断層による津波解析を実施する。

(1) 対象地震

過去のトンガ周辺の大規模地震の発生位置を、図 2.7.1 に示す。また、各地震の発生時期、位置等の一覧を表 2.7.1 に示す。これから、1913 年以降多数の地震の記録があり、その中でも大きな津波をもたらすと考えられる M8.0 以上の津波は、8 回も発生している。従って、地震性津波の発生可能性は非常に大きいと言える。



出典：USGS

図 2.7.1 トンガ周辺の大規模地震発生位置（1913 年～2022 年）

表 2.7.1 過去の大規模地震一覧

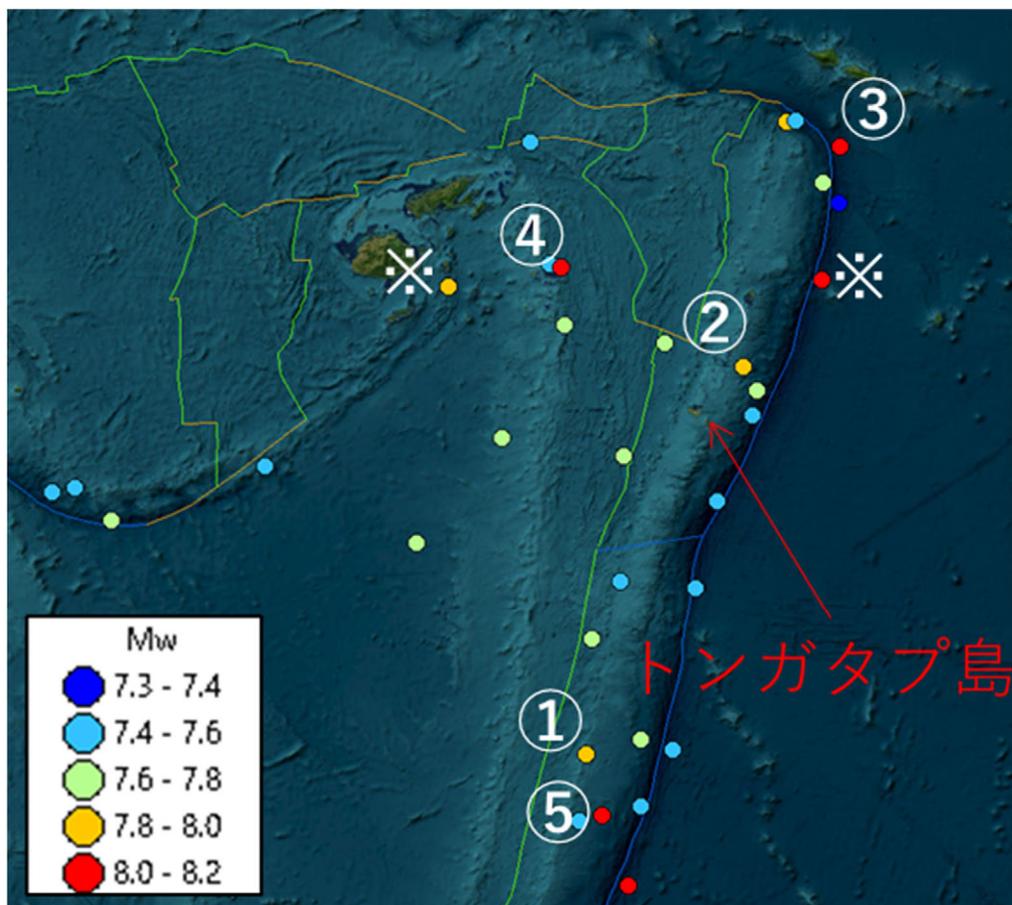
time	latitude	longitude	mag	magType	place
1913-06-26T04:57:18.290Z	-20.68	-173.808	7.79	mw	111 km SSE of Pangai, Tonga
1917-05-01T18:26:20.360Z	-31.195	-176.653	8.2	mw	Kermadec Islands region
1917-06-26T05:49:44.390Z	-14.996	-173.27	8	mw	120 km NNE of Hihifo, Tonga
1917-11-16T03:19:35.760Z	-29.849	-177.839	7.5	mw	Kermadec Islands, New Zealand
1919-01-01T03:00:34.460Z	-19.318	-178.08	7.8	mw	Fiji region
1919-04-30T07:17:16.970Z	-18.322	-172.442	8.1	mw	166 km ENE of Neiafu, Tonga
1928-03-16T05:01:05.850Z	-22.36	170.395	7.56	mw	274 km ESE of Tadine, New Caledonia
1948-09-08T15:09:14.220Z	-21.222	-173.891	7.5	mw	110 km E of 'Ohonua, Tonga
1950-12-14T01:52:54.230Z	-19.705	-175.874	7.8	mw	159 km W of Pangai, Tonga
1955-02-27T20:43:27.880Z	-28.336	-175.599	7.52	mw	Kermadec Islands region
1956-05-23T20:48:32.710Z	-15.434	-178.803	7.6	mw	144 km SSW of Leava, Wallis and Futuna
1963-12-18T00:30:05.470Z	-24.749	-176.844	7.6	mw	south of the Fiji Islands
1975-10-11T14:35:15.000Z	-24.894	-175.119	7.8	ms	south of Tonga
1975-12-26T15:56:38.700Z	-16.264	-172.467	7.8	ms	146 km ESE of Hihifo, Tonga
1976-01-14T16:47:33.500Z	-28.427	-177.657	8	ms	Kermadec Islands region
1977-04-02T07:15:22.700Z	-16.696	-172.095	7.6	ms	199 km ESE of Hihifo, Tonga
1981-09-01T09:29:31.540Z	-14.96	-173.085	7.7	ms	133 km NE of Hihifo, Tonga
1986-10-20T06:46:09.980Z	-28.117	-176.367	7.7	mw	Kermadec Islands region
1990-03-03T12:16:27.960Z	-22.122	175.163	7.6	mw	south of the Fiji Islands
1994-03-09T23:28:06.780Z	-18.039	-178.413	7.6	mw	240 km E of Levuka, Fiji
1997-10-14T09:53:18.150Z	-22.101	-176.772	7.8	mwb	192 km WSW of Haveluloto, Tonga
1998-01-04T06:11:58.970Z	-22.301	170.911	7.5	mwc	southeast of the Loyalty Islands
2002-08-19T11:01:01.190Z	-21.696	-179.513	7.7	mwc	Fiji region
2002-08-19T11:08:24.310Z	-23.884	178.495	7.7	mwc	south of the Fiji Islands
2006-05-03T15:26:40.290Z	-20.187	-174.123	8	mwc	47 km SSE of Pangai, Tonga
2007-12-09T07:28:20.820Z	-25.996	-177.514	7.8	mwc	south of the Fiji Islands
2009-03-19T18:17:40.470Z	-23.043	-174.66	7.6	mwc	191 km S of 'Ohonua, Tonga
2009-09-29T17:48:10.990Z	-15.489	-172.095	8.1	mwc	168 km SSW of Matavai, Samoa
2011-07-06T19:03:18.260Z	-29.539	-176.34	7.6	mww	Kermadec Islands region
2018-08-19T00:19:40.670Z	-18.1125	-178.153	8.2	mww	267 km E of Levuka, Fiji
2018-09-06T15:49:18.710Z	-18.4743	179.3502	7.9	mww	45 km S of Levuka, Fiji
2021-02-10T13:19:55.530Z	-23.0511	171.6566	7.7	mww	southeast of the Loyalty Islands
2021-03-04T19:28:33.178Z	-29.7228	-177.279	8.1	mww	Kermadec Islands, New Zealand

□ : Mw8.0以上の地震、 赤字 : 計算対象とする地震

出典 : USGS

本業務では、アメリカ地質調査所 (USGS) の Earthquake Catalog より、1913 年以降に発生した地震のうち、モーメントマグニチュード(Mw)が上位となる地震を抽出する。抽出した上位 5 つの地震を対象として、断層パラメータを設定し、津波解析を実施する。

対象地震の震源位置図を図 2.7.2 に示す。なお、1975 年以前の地震については、CMT 解や余震分布等の情報が少なく、断層パラメータの設定が困難であるため、対象から除外する。



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.2 震源位置図

(2) 断層パラメータの設定概要

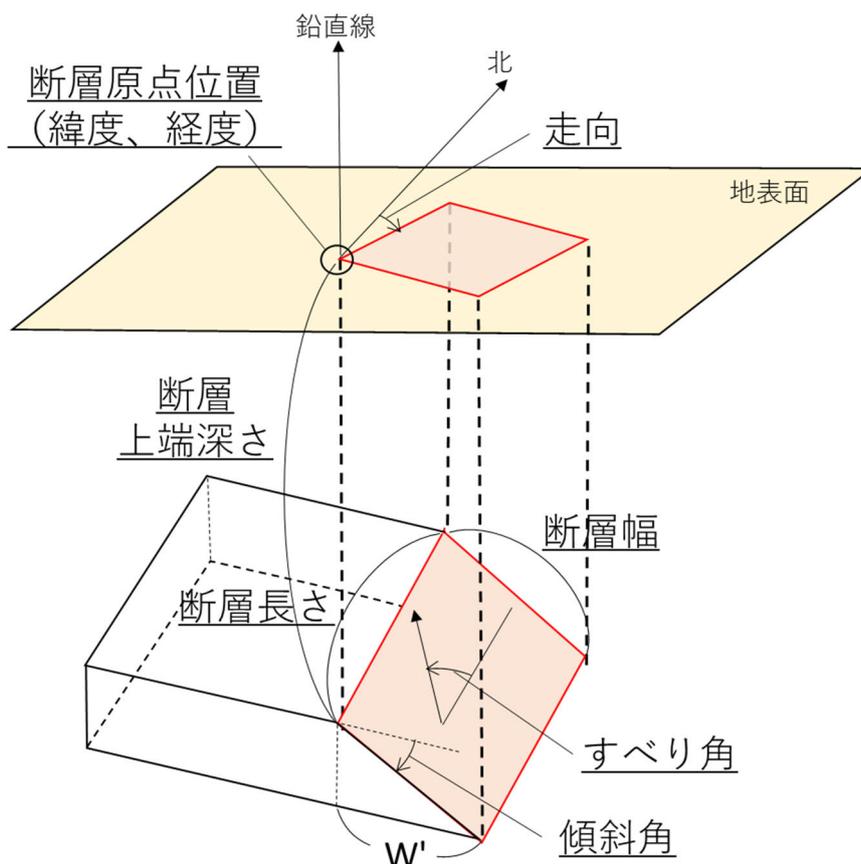
対象地震の津波断層をモデル化するにあたり、断層面を 1 枚の矩形断層で近似する。断層モデルの設定に当たっては、表 2.7.2 のパラメータを USGS の Earthquake Catalog、地震調査研究推進本部の「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（以下、「レシピ」とする）」(2020 年 3 月)、土木学会の「原子力発電所の津波評価技術 2016」(2016 年 9 月)をもとに設定する。

断層パラメータの概念図を図 2.7.73 に示す。各パラメータの具体的な設定方針は次頁以降に示す。

表 2.7.2 設定する断層パラメータ

パラメータ (単位)	記号
原点緯度 (°)	Lat
原点経度 (°)	Long
上端深さ (km)	d
断層長さ (km)	L
断層幅 (km)	W
断層面積 (km ²)	S(=W×L)
走向 (°)	Strike
傾斜角 (°)	Dip
すべり角 (°)	Rake
すべり量 (m)	D
モーメントマグニチュード	Mw
地震モーメント (N・m)	M0
媒質の剛性率 (N/m ²)	M0

出典：JICA 調査団作成



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.3 断層パラメータの概念図

(3) 断層パラメータの設定方法

モーメントマグニチュード Mw は、USGS の Earthquake Catalog より設定する。また、走向、傾斜角、すべり角は、USGS の Earthquake Catalog の CMT 解より設定する。USGS の Earthquake Catalog における記載例を図 2.7.4 に示す。



出典：USGS Earthquake Catalog <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>

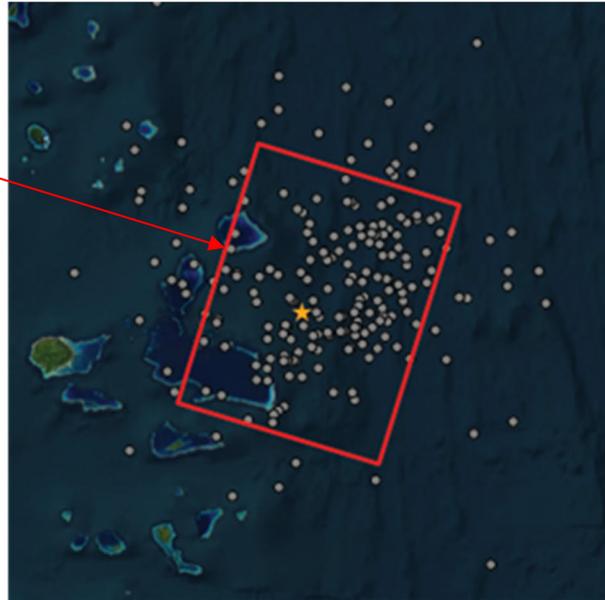
図 2.7.4 USGS の Earthquake Catalog の例

断層位置（原点座標）は、可能な限り多くの余震が断層面と重なるように設定する。余震分布としては、USGS の Earthquake Catalog より対象地震(本震)の発生から 1 ヶ月間に周辺で発生した地震を抽出する。

また、断層上端深さ・下端深さは、断層面と重なる余震深さより、最も浅い震源深さ、最も深い震源深さをそれぞれ設定する。

余震分布が断層面 (□) と可能な限り多く重なる位置に設定

- : 断層面
- ★ : 震源
- : 余震分布



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.5 断層位置の設定例

地震モーメント M_0 は、下記の関係式より算出する。

$$M_w = 2/3 (\log_{10}(M_0) - 16.1) \dots \dots \dots (2.7.5)$$

断層面積 S は、「レシピ」に基づき (図 2.7.6)、下記の Yamanaka and Shimazaki(1990)の経験式より算出する。

$$\log_{10} S = 2/3 \log_{10}(M_0) - 14.87 \dots \dots \dots (2.7.6)$$

(b) 震源断層の大きさ・地震規模 (断層面積 S 、地震モーメント M_0)

震源断層の大きさ・地震規模については、下記のいずれかの方法により設定する。

- ・ (a) 震源断層の位置・構造 (位置、走向、傾斜、深さ) により震源域を明確に設定して、その範囲により面積を算出し、地震規模-断層面積の経験的關係から地震規模を推定する。
- ・ 過去の地震から想定されている値を基に地震規模を設定し、地震規模-断層面積の経験的關係から震源断層の面積を設定する。

また、上記の地震規模 (地震モーメント M_0 (N·m)) -断層面積 (S (km²)) の経験式については、過去の地震のデータがある程度得られている場合には、地域性を考慮した式を用いる。例えば、Kanamori and Anderson (1975) と同様に円形破壊面を仮定した次の関係式 (Eshelby, 1957) を基に震源域の地震の平均応力降下量 $\Delta\sigma$ (MPa) を推定することで、地域的な地震モーメント M_0 (N·m) と断層面積 S (km²) の関係式を設定する。

$$M_0 = 16/(7 \cdot \pi^{3/2}) \cdot \Delta\sigma \cdot S^{3/2} \dots \dots \dots (30)$$

一方、過去の地震のデータがあまり得られていない場合には、平均的な特性を示す地震規模と断層面積 (例えば、宇津, 2001; 石井・佐藤, 2000) または地震モーメント M_0 (N·m) と断層面積 S (km²) (例えば、佐藤, 1989; Yamanaka and Shimazaki, 1990) などの経験式を用いる。ただし、これらの式を利用するにあたっては経験式のデータセットとなる震源断層の面積がどのように想定されているかに留意する必要がある。

「長期評価」により、震源域の形状評価がある場合には、その形状評価を推定根拠に留意して利用するのが望ましい。

出典：「震源断層を特定した地震の強震動予測手法 (「レシピ」)」、地震調査研究推進本部、2020年3月
https://www.jishin.go.jp/main/chousa/20_yosokuchizu/recipe.pdf

図 2.7.6 断層面積と地震モーメントの関係式

断層幅 W は、断層深さ及び傾斜角より、下記の通り算出する。

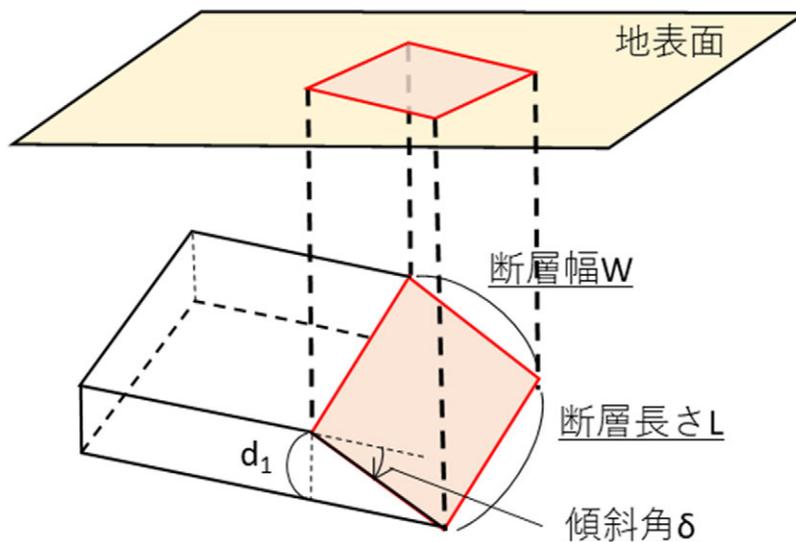
$$W = d_1 / \sin \delta \dots\dots\dots(2.7.7)$$

d_1 : 断層下端深さ－断層上端深さ

δ : 傾斜角

断層長さ L は、上記で求めた S 、 W より下記の通り算出する。

$$S = W \times L \dots\dots\dots(2.7.8)$$



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.7 断層深さと断層幅、長さの関係

平均すべり量 D は、「レシピ」に基づき (図 2.7.8)、下記の関係式より算出する。

$$D = M_0 / (\mu \cdot S) \dots\dots\dots(2.7.9)$$

(i) 平均すべり量 D

<p>震源断層全体の平均すべり量 D (m) と地震モーメント M_0 (N・m) の関係は、震源断層の面積 S (km²) (もしくは震源断層モデルの面積 S_{model} (km²)) と剛性率 μ (N/m²) を用いて、</p> <p>$D = M_0 / (\mu \cdot S) \dots\dots\dots (10)$</p> <p>で表される。剛性率については、地震発生層の密度 ρ (kg/m³)、S波速度 β (km/s) から算出する。</p> <p>$\mu = \rho \cdot \beta^2 \dots\dots\dots (11)$</p>

出典：「震源断層を特定した地震の強震動予測手法 (「レシピ」)」、地震調査研究推進本部、2020年3月
https://www.jishin.go.jp/main/chousa/20_yosokuchizu/recipe.pdf

図 2.7.8 平均すべり量の算定式

剛性率 μ は表 2.7.3 より、断層面の深さに応じて下記の通り設定する。

断層面全体が深さ 20km 以深に存在する場合：

$$\mu = 7.0 \times 10^{10} \text{ N / m}^2 \dots\dots\dots(2.7.10)$$

断層面が深さ 20km 以浅と以深にまたがって存在する場合：

$$\mu = 5.0 \times 10^{10} \text{ N / m}^2 \dots\dots\dots(2.7.11)$$

表 2.7.3 震源付近の媒質の剛性率

海 域	根 拠	剛性率
<ul style="list-style-type: none"> ・西南日本陸側プレート内 ・日本海東縁部 ・プレート境界浅部（断層面全体が深さ 20km 以浅に存在する場合） 	$V_p=6.0\text{km/s}$ $V_p/V_s=1.6\sim 1.7$ $\rho=2.7\sim 2.8\text{g/cm}^3$ とすれば、 $\mu=3.36\times 10^{10}\sim 3.94\times 10^{10}\text{ N/m}^2$ となる。この中間的値とする。	$3.5\times 10^{10}\text{ N/m}^2$ ($3.5\times 10^{11}\text{ dyne/cm}^2$)
<ul style="list-style-type: none"> ・海洋プレート内 ・プレート境界深部（断層面全体が深さ 20km 以深に存在する場合） 	$V_p=8.0\sim 8.1\text{km/s}$ $V_p/V_s=1.75\sim 1.80$ $\rho=3.2\sim 3.5\text{g/cm}^3$ とすれば、 $\mu=6.31\times 10^{10}\sim 7.50\times 10^{10}\text{ N/m}^2$ となる。この中間的値とする。	$7.0\times 10^{10}\text{ N/m}^2$ ($7.0\times 10^{11}\text{ dyne/cm}^2$)
<ul style="list-style-type: none"> ・プレート境界中央部（断層面が深さ 20km 以浅と以深にまたがって存在する場合） 	浅部と深部の中間的値とする。	$5.0\times 10^{10}\text{ N/m}^2$ ($5.0\times 10^{11}\text{ dyne/cm}^2$)

出典：「原子力発電所の津波評価技術 2016」付属編，
土木学会 原子力土木委員会 津波評価小委員会,2016年9月⁴

(4) 断層モデルの設定

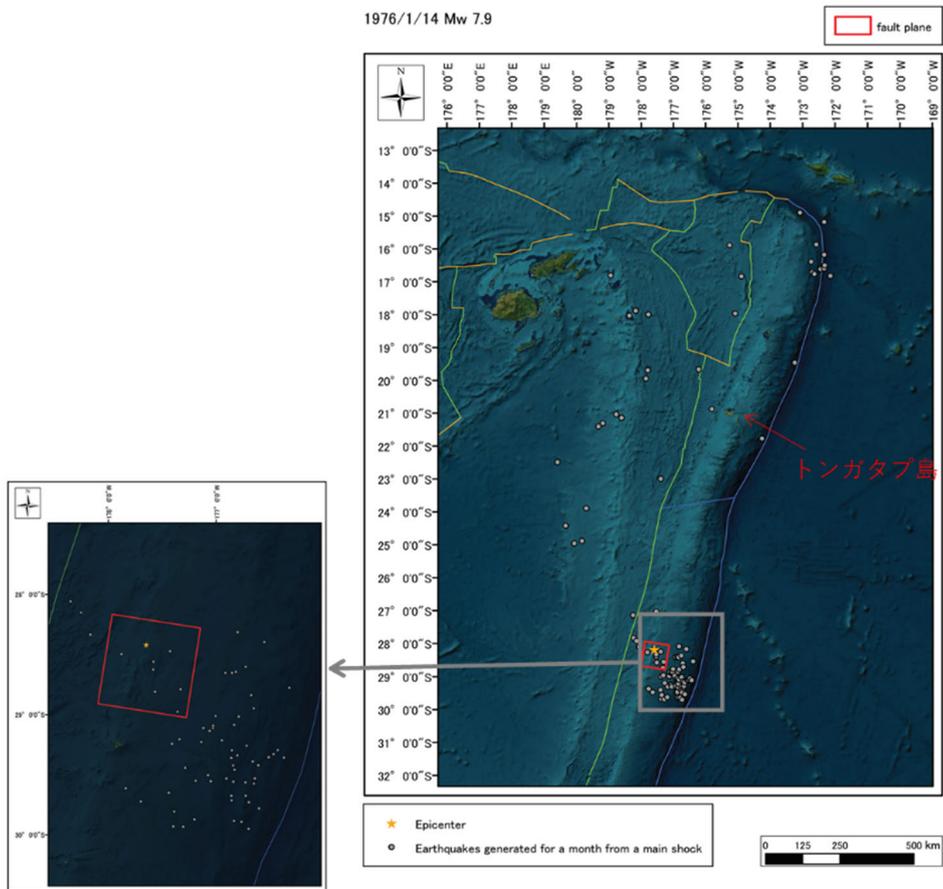
本業務で設定した断層パラメータ及び地盤変動量分布を表 2.7.4～表 2.7.9、図 2.7.9～図 2.7.20 に示す。なお、地盤変動量分布は Okada(1985)の式により算出した。

⁴ <https://committees.jsce.or.jp/ceofnp/node/84>

表 2.7.4 断層パラメータ (1976/1/14 発生地震)

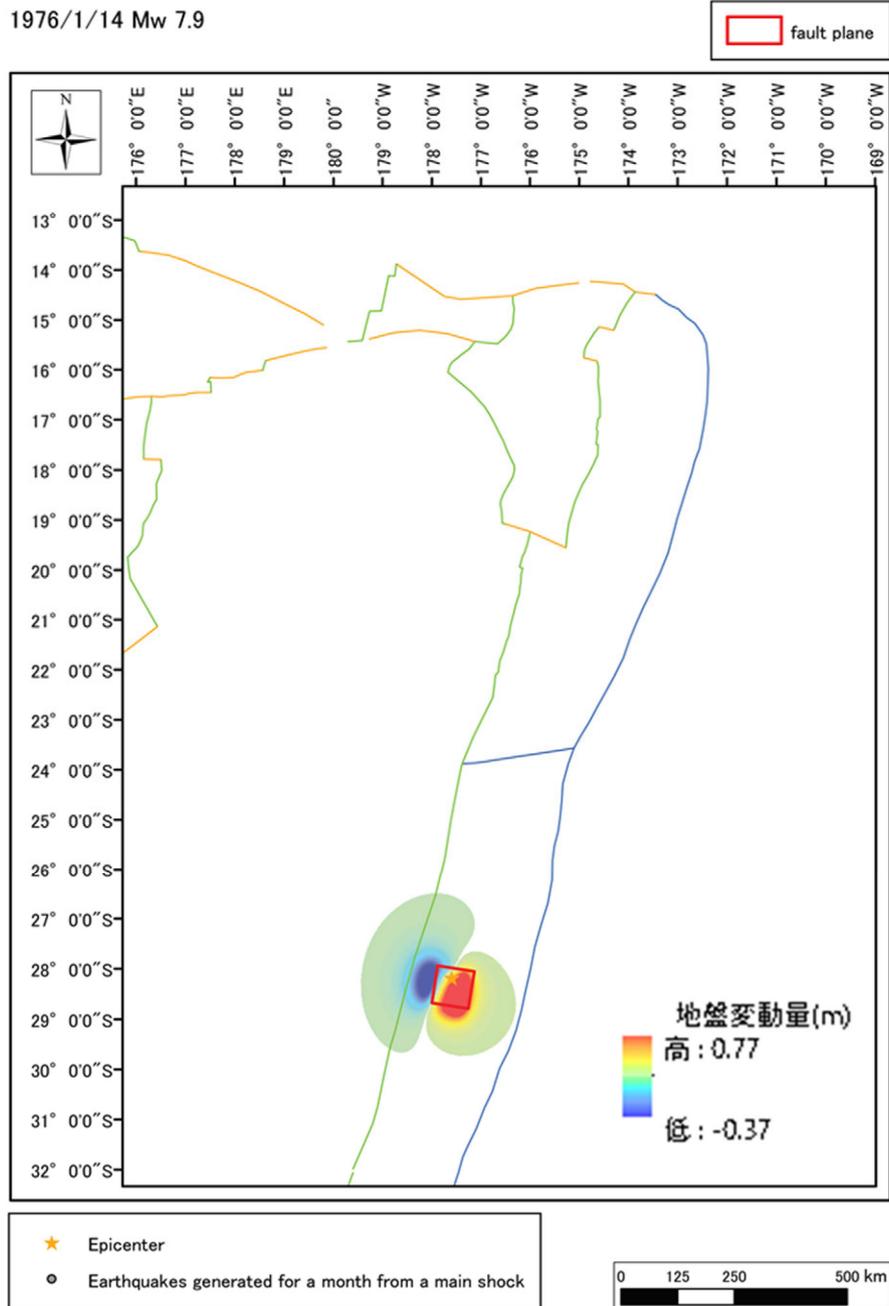
緯度 (°)	Lat	-28.29
経度 (°)	Long	-177.15
上端深さ (km)	d	23
長さ (km)	L	83.496
幅 (km)	W	83.5
走向 (°)	strike	189
傾斜角 (°)	dip	11
すべり角 (°)	rake	71
すべり量 (m)	D	2.41
モーメント マグニチュード	Mw	7.9

出典：JICA 調査団作成



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.9 1976/1/14 発生地震の震源位置及び余震分布



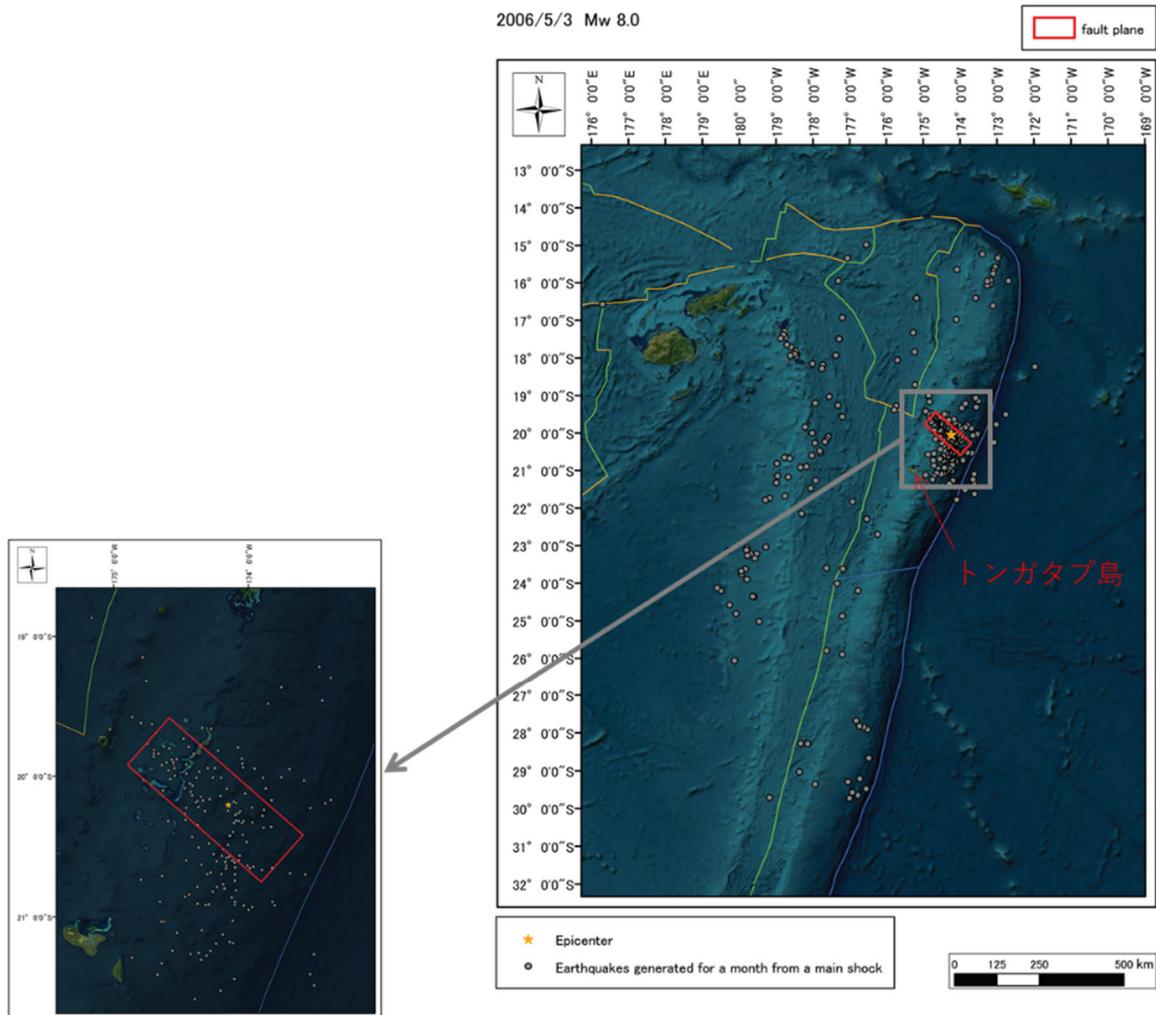
出典：JICA 調査団作成

図 2.7.10 地盤変動量分布 (1976/1/14 発生地震)

表 2.7.5 断層パラメータ (2006/5/3 発生地震) ①

緯度 (°)	Lat	-20.39
経度 (°)	Long	-173.56
上端深さ (km)	d	6.9
長さ (km)	L	49.412
幅 (km)	W	147.74
走向 (°)	strike	222
傾斜角 (°)	dip	19
すべり角 (°)	rake	117
すべり量 (m)	D	3.45
モーメント マグニチュード	Mw	8

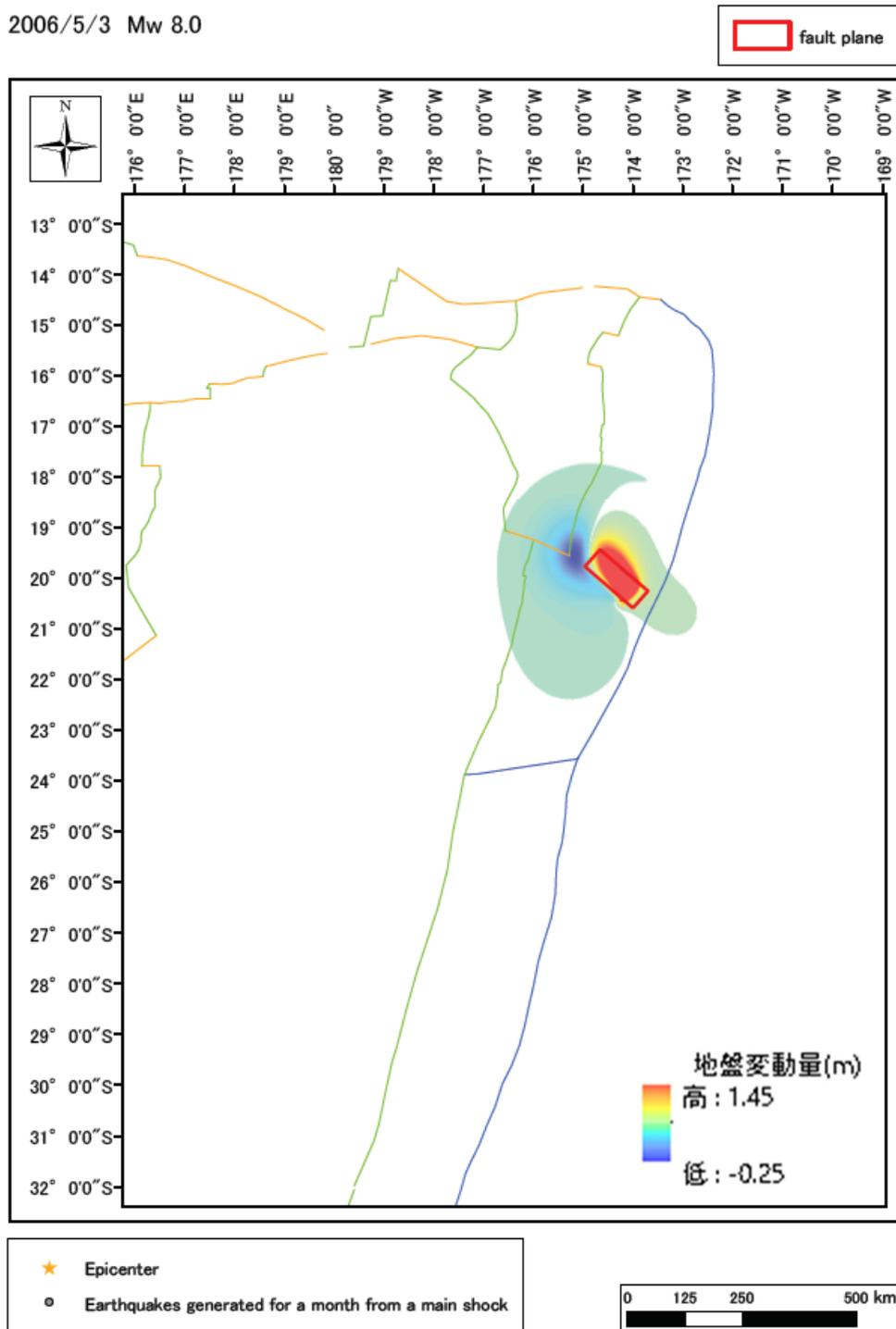
出典：JICA 調査団作成



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.11 2006/5/3 発生地震の震源位置及び余震分布①

2006/5/3 Mw 8.0



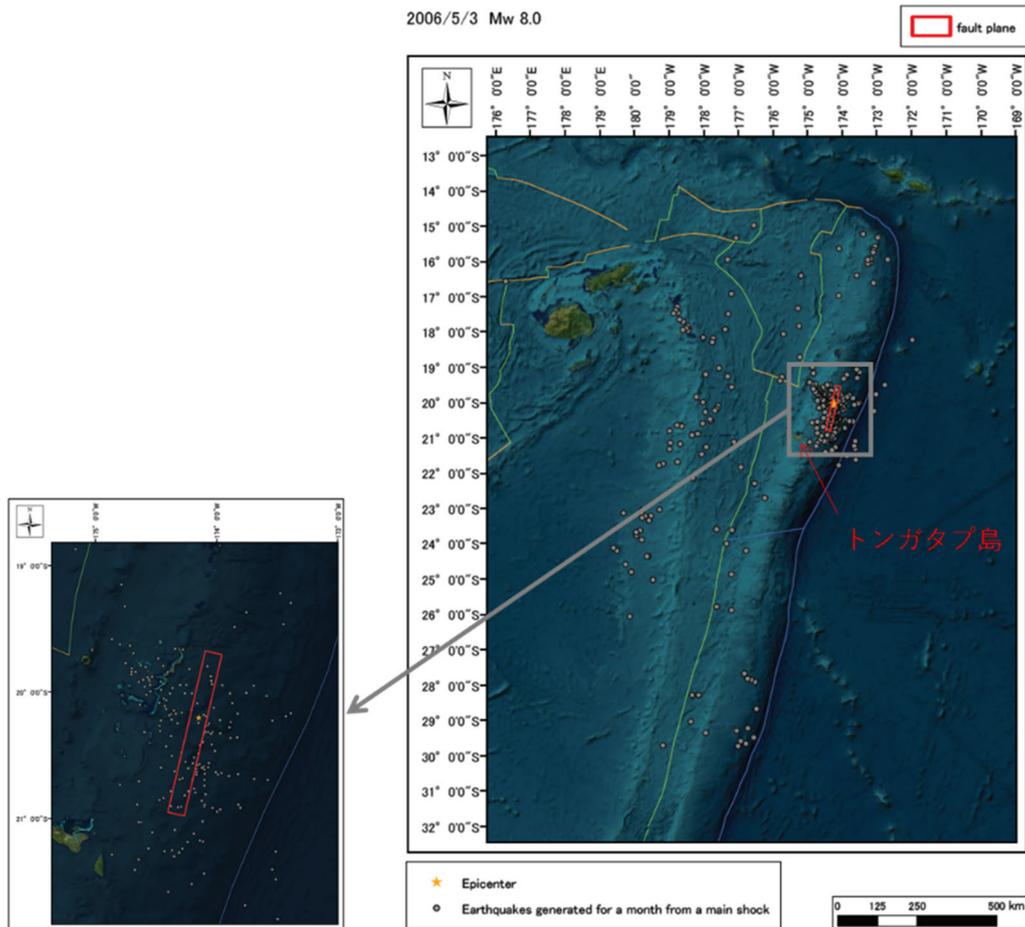
出典: JICA 調査団作成

図 2.7.12 地盤変動量分布 (2006/5/3 発生地震) ①

表 2.7.6 断層パラメータ (2006/5/3 発生地震) ②

緯度 (°)	Lat	-20.94
経度 (°)	Long	-174.37
上端深さ (km)	d	6.9
長さ (km)	L	145.139
幅 (km)	W	50.298
走向 (°)	strike	13
傾斜角 (°)	dip	73
すべり角 (°)	rake	81
すべり量 (m)	D	3.45
モーメント マグニチュード	Mw	8

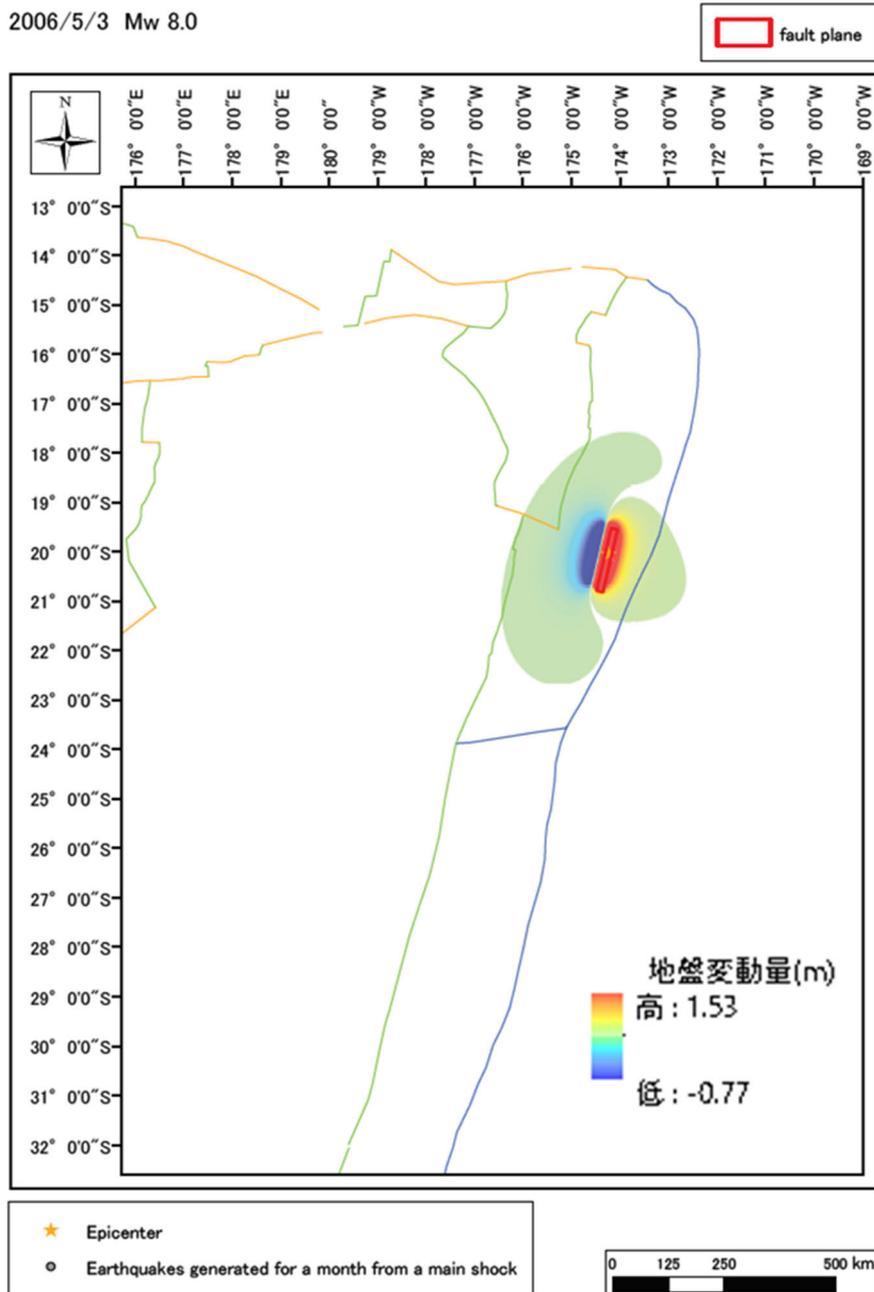
出典：JICA 調査団作成



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.13 2006/5/3 発生地震の震源位置及び余震分布②

2006/5/3 Mw 8.0



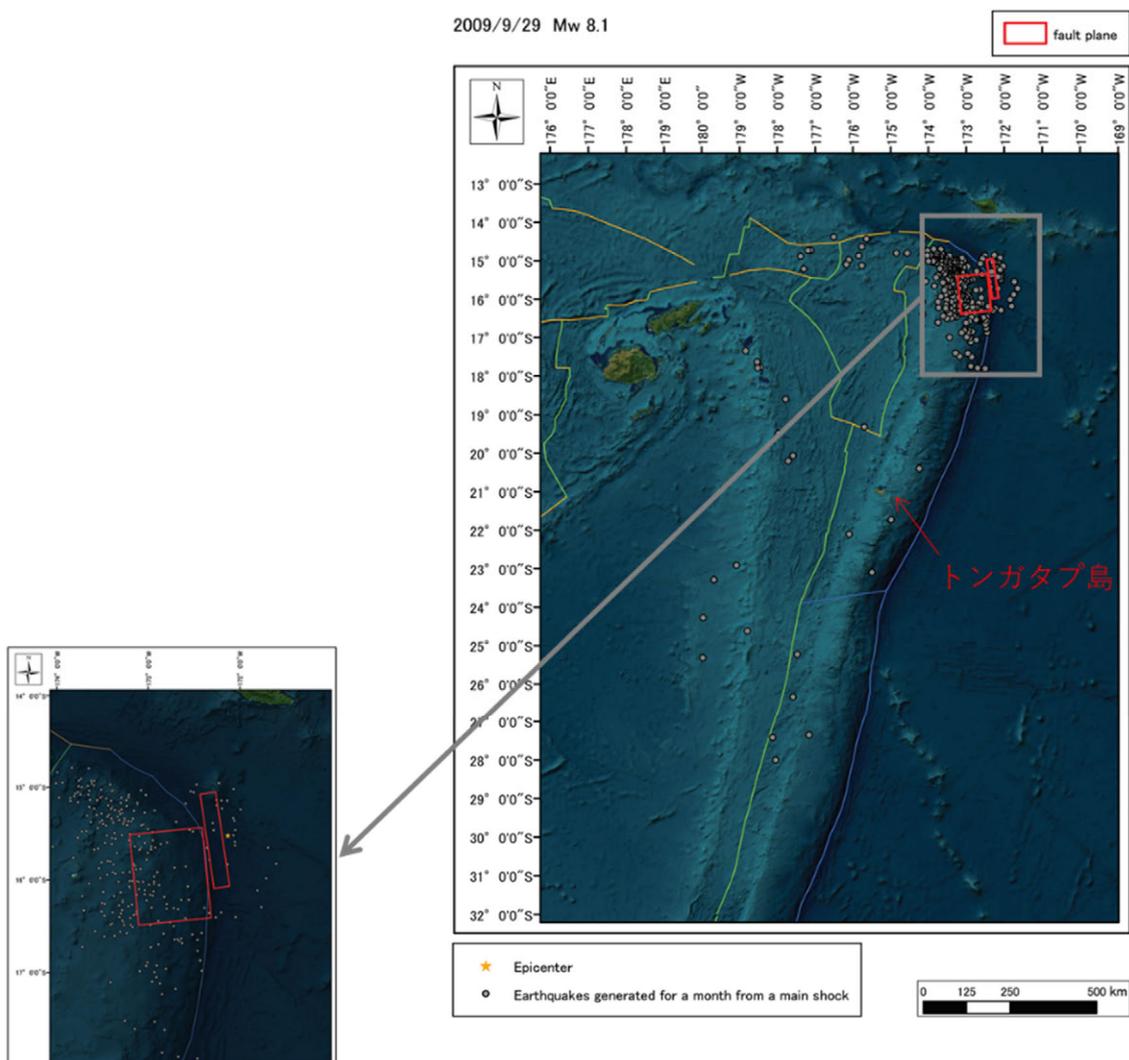
出典：JICA 調査団作成

図 2.7.14 地盤変動量分布（2006/5/3 発生地震）②

表 2.7.7 断層パラメータ (2009/9/29 発生地震)

		断層①	断層②
緯度 (°)	Lat	-16.061	-15.408
経度 (°)	Long	-172.234	-172.382
上端深さ (km)	d	13	18
断層長さ (km)	L	114.0	109.0
断層幅 (km)	W	28.0	90.0
走向 (°)	strike	352	175
傾斜角 (°)	dip	48	16
すべり角 (°)	rake	319	85
すべり量 (m)	D	8.6	4.1
モーメント マグニチュード	Mw	7.9	8.0

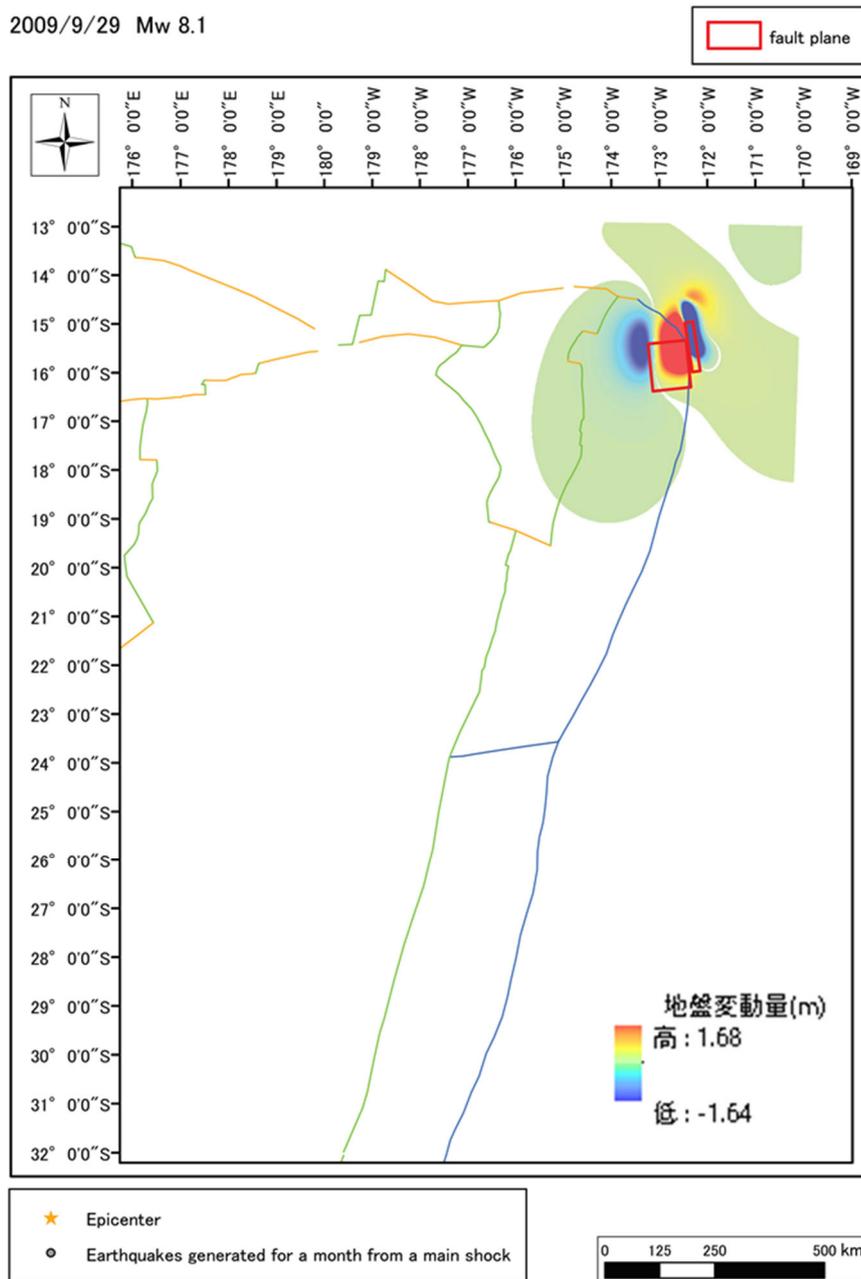
出典：Baevn ら(2010)による断層パラメータ



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.15 2009/9/29 発生地震の震源位置及び余震分布

2009/9/29 Mw 8.1



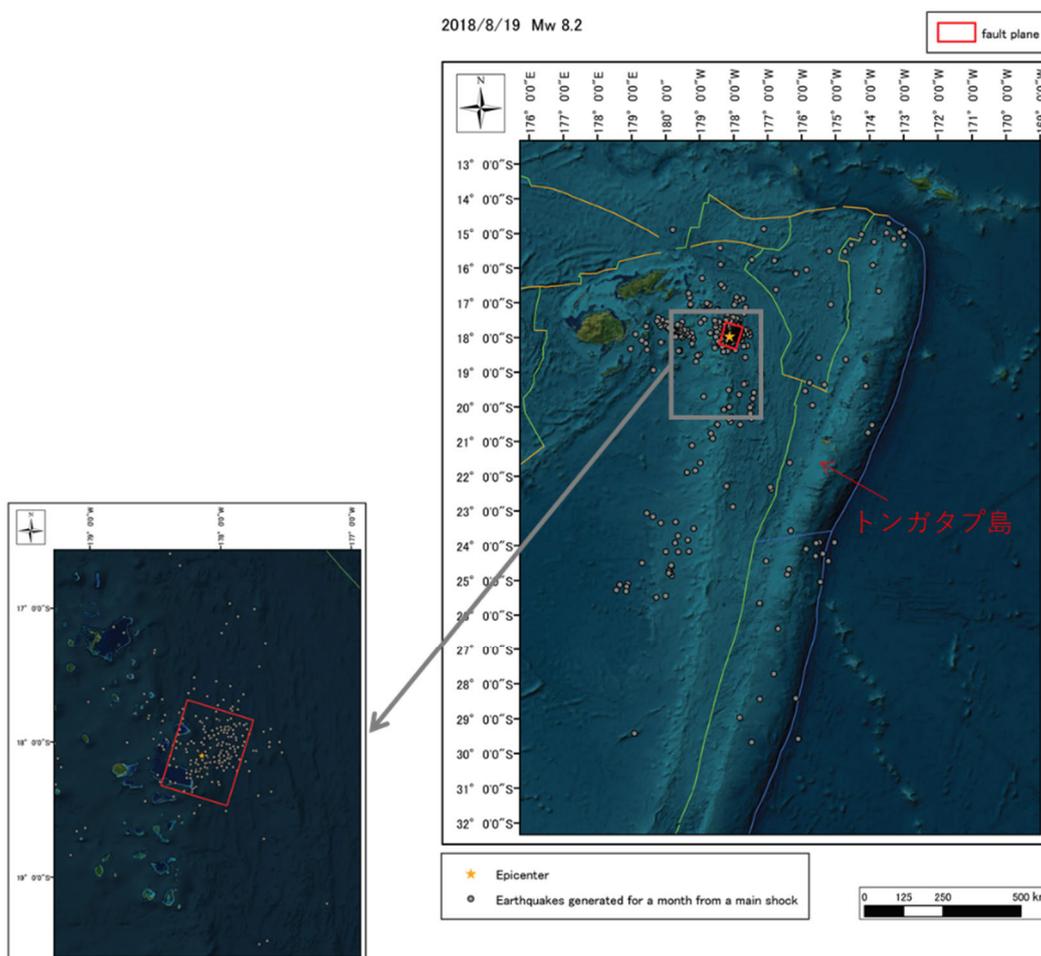
出典: JICA 調査団作成

図 2.7.16 地盤変動量分布 (2009/9/29 発生地震)

表 2.7.8 断層パラメータ (2018/8/19 発生地震)

緯度 (°)	Lat	-18.33
経度 (°)	Long	-178.47
上端深さ (km)	d	489.97
長さ (km)	L	73.46
幅 (km)	W	157.5
走向 (°)	strike	18
傾斜角 (°)	dip	69
すべり角 (°)	rake	266
すべり量 (m)	D	3.1
モーメント マグニチュード	Mw	8.2

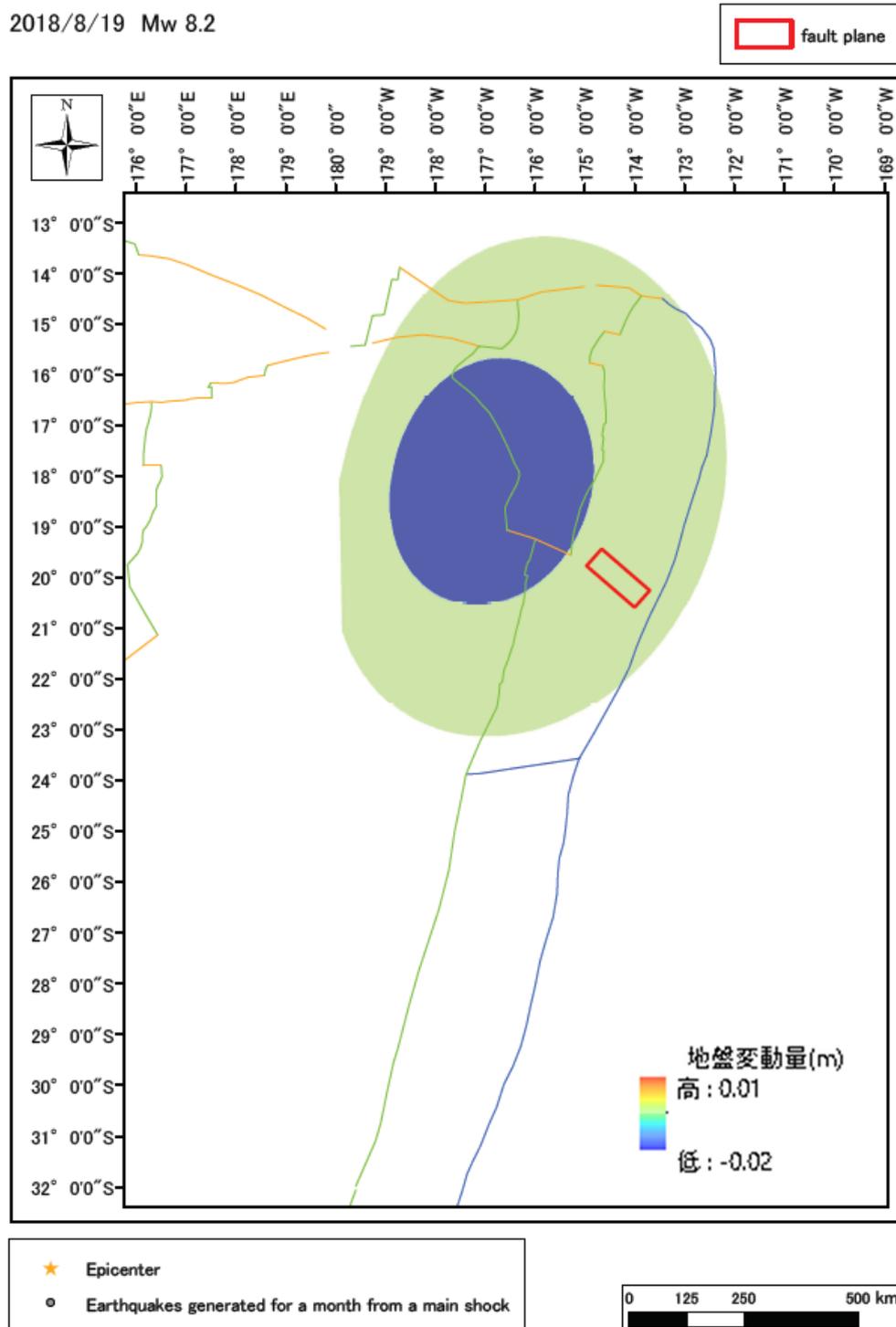
出典：JICA 調査団作成



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.17 2018/8/19 発生地震の震源位置及び余震分布

2018/8/19 Mw 8.2



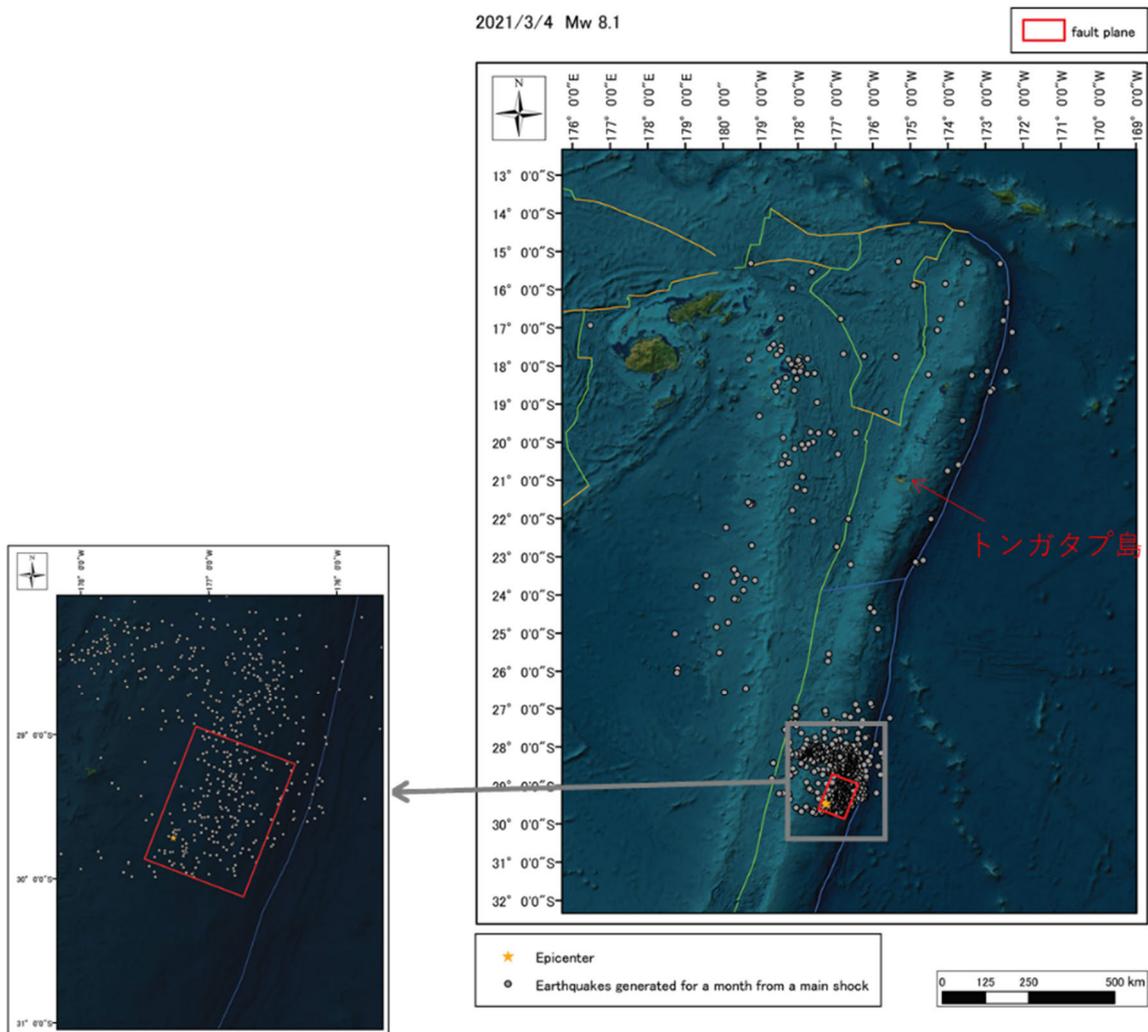
出典：JICA 調査団作成

図 2.7.18 地盤変動量分布 (2018/8/19 発生地震)

表 2.7.9 断層パラメータ (2021/3/4 発生地震)

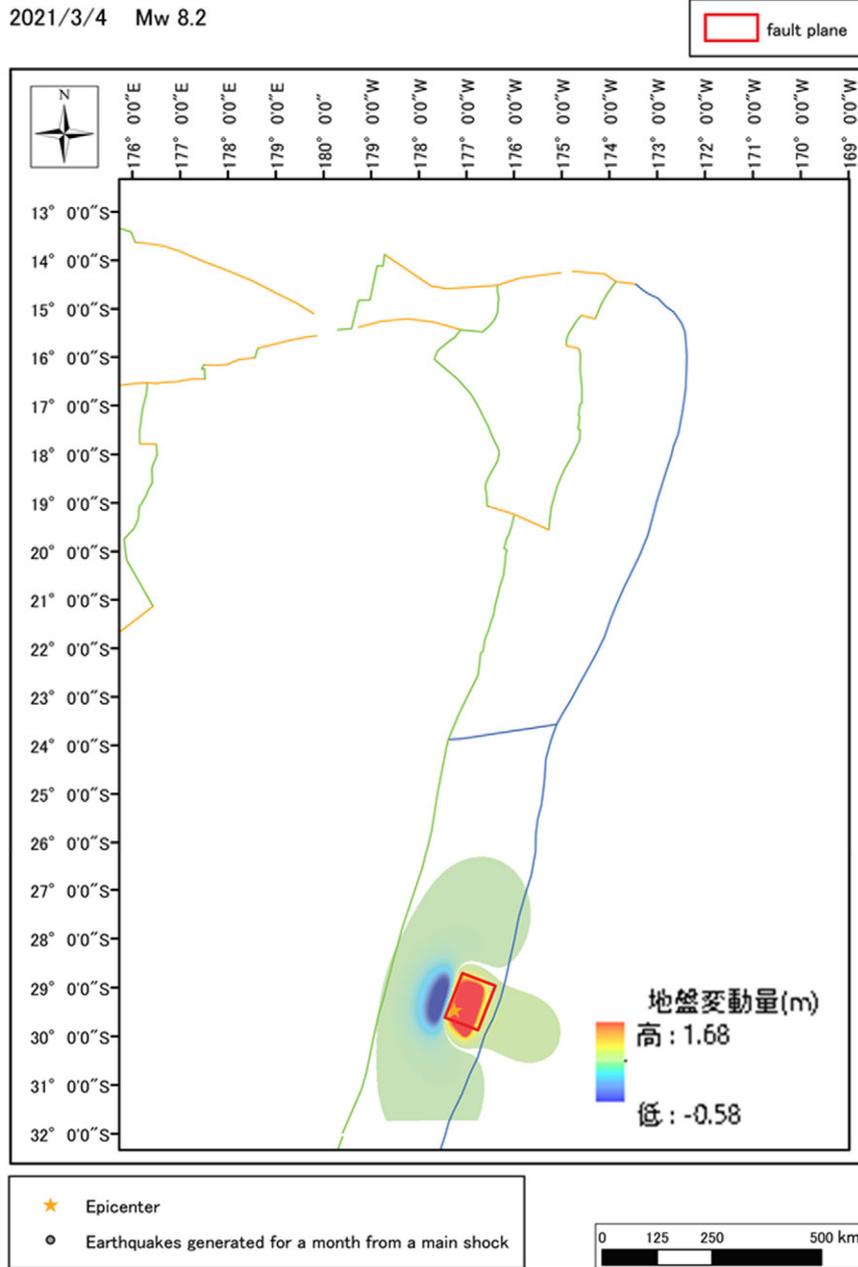
緯度 (°)	Lat	-29.21
経度 (°)	Long	-176.32
上端深さ (km)	d	10
長さ (km)	L	109.332
幅 (km)	W	84.06
走向 (°)	strike	201
傾斜角 (°)	dip	16
すべり角 (°)	rake	98
すべり量 (m)	D	3.87
モーメント マグニチュード	Mw	8.1

出典：JICA 調査団作成



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.19 2021/3/4 発生地震の震源位置及び余震分布



出典: JICA 調査団作成

図 2.7.20 地盤変動量分布 (2021/3/4 発生地震)

(5) 計算ケース

数値解析ケースは次の通りである。

表 2.7.10 数値解析ケース

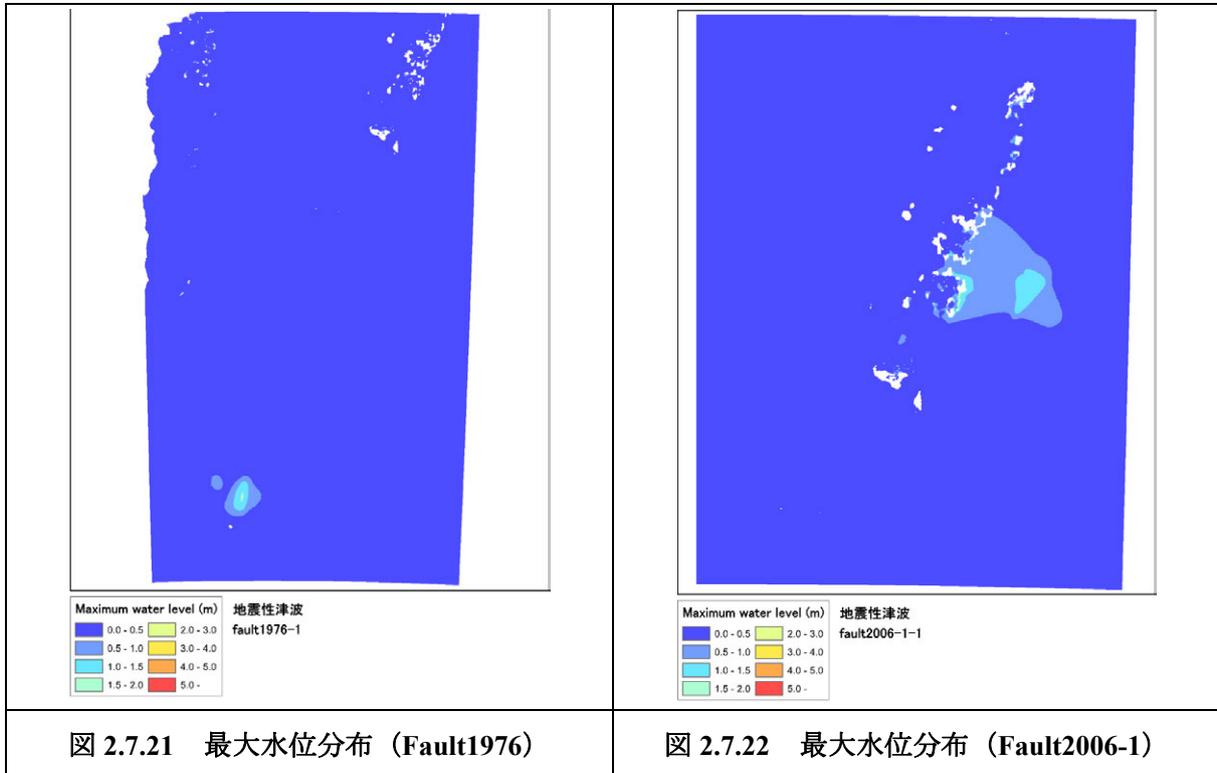
Source	CASE	Volcano name	Tsunami Source	Structure	Minimum Region
Seismic Tsunami	fault1976-1	1976/1/14 Earthquake	Past Seismic Tsunamis	Exitsting Seawall (Tongatapu Island)	reg4-1(Tongatapu Island 1/3sec grid (10m grid)
	fault2006-1	2006/5/3Earthquake(Model①)			
	fault2006-2	2006/5/3Earthquake(Model②)			
	fault2009-1	2009/9/29 Earthquake			
	fault2018-1	2018/8/19 Earthquake			
	fault2021-1	2021/3/4 Earthquake			
	fault1976-2	1976/1/14 Earthquake		-	reg4-2(Eua Island) 1/3sec grid (10m grid)
	fault2006-1	2006/5/3Earthquake(Model①)			
	fault2006-2	2006/5/3Earthquake(Model②)			
	fault2009-2	2009/9/29 Earthquake			
	fault2018-2	2018/8/19 Earthquake			
	fault2021-2	2021/3/4 Earthquake			

出典：JICA 調査団作成

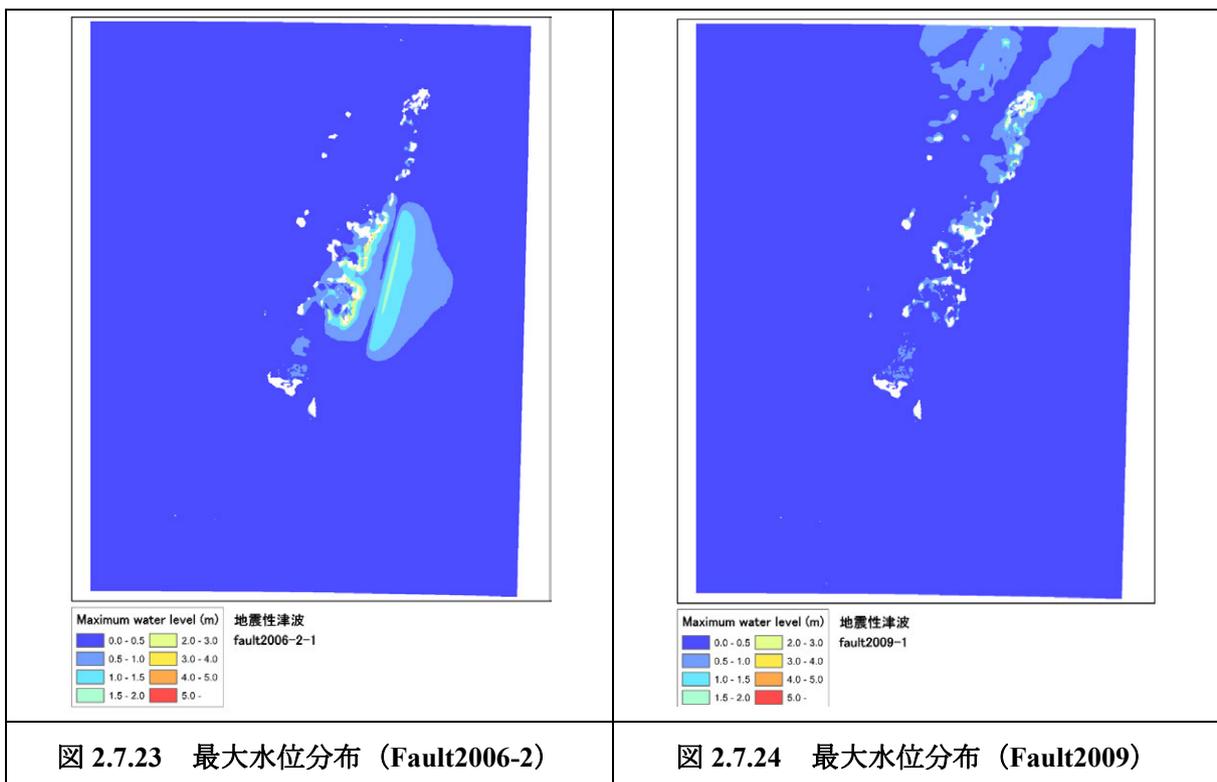
(6) 計算結果

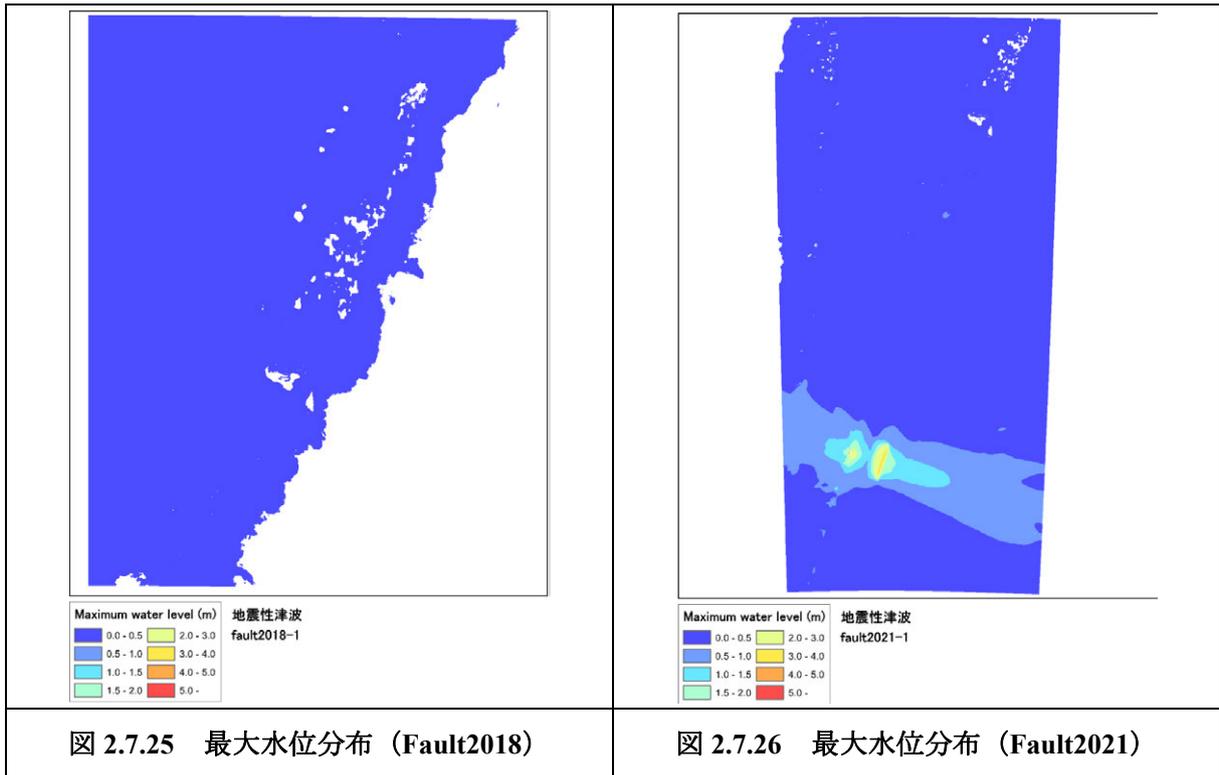
1) 最大津波水位分布

a. 波源を含む広域最大水位分布図



出典：JICA 調査団作成

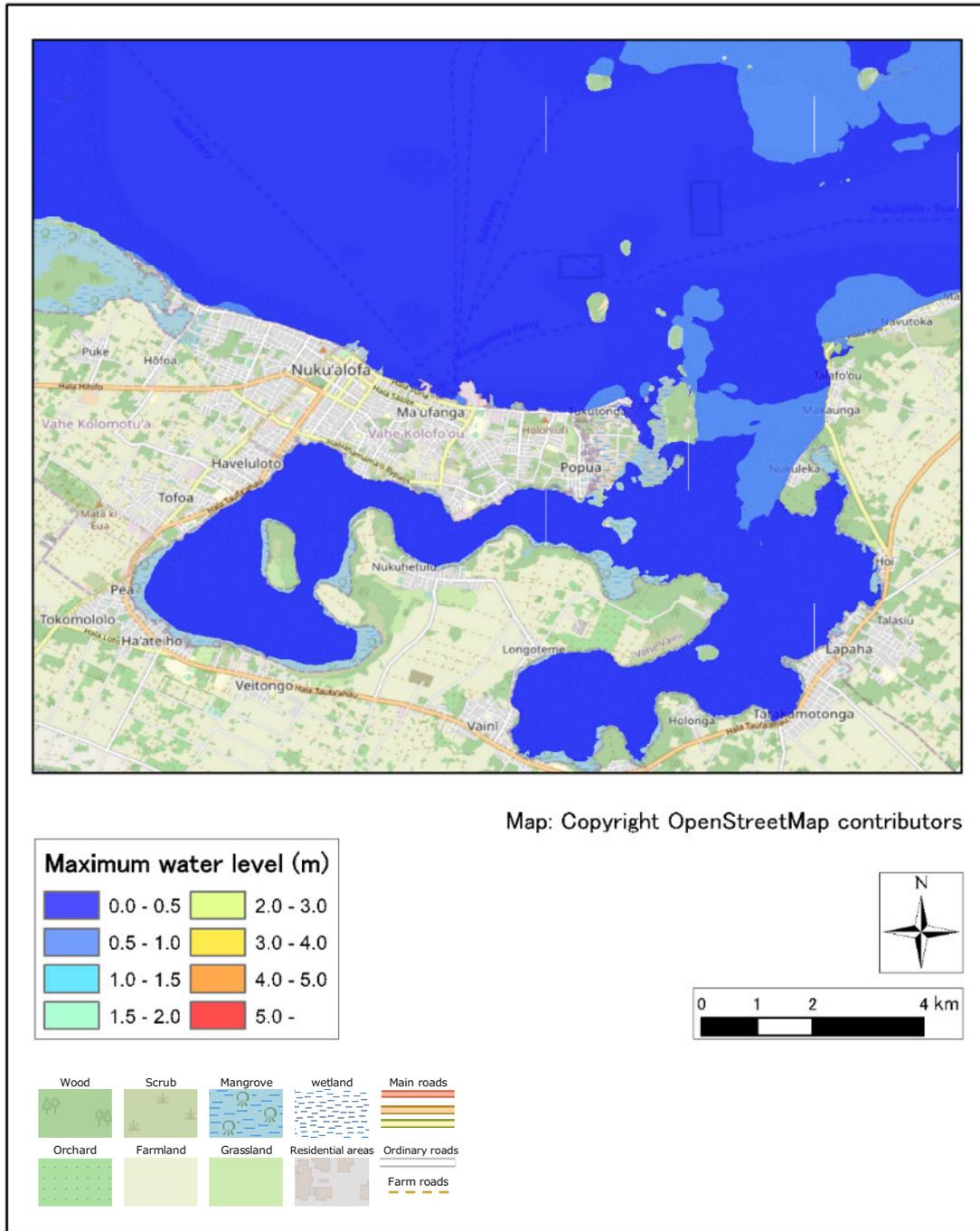




出典：JICA 調査団作成

b. 最大水位分布図 (ヌクアロファ、トンガタブ島)

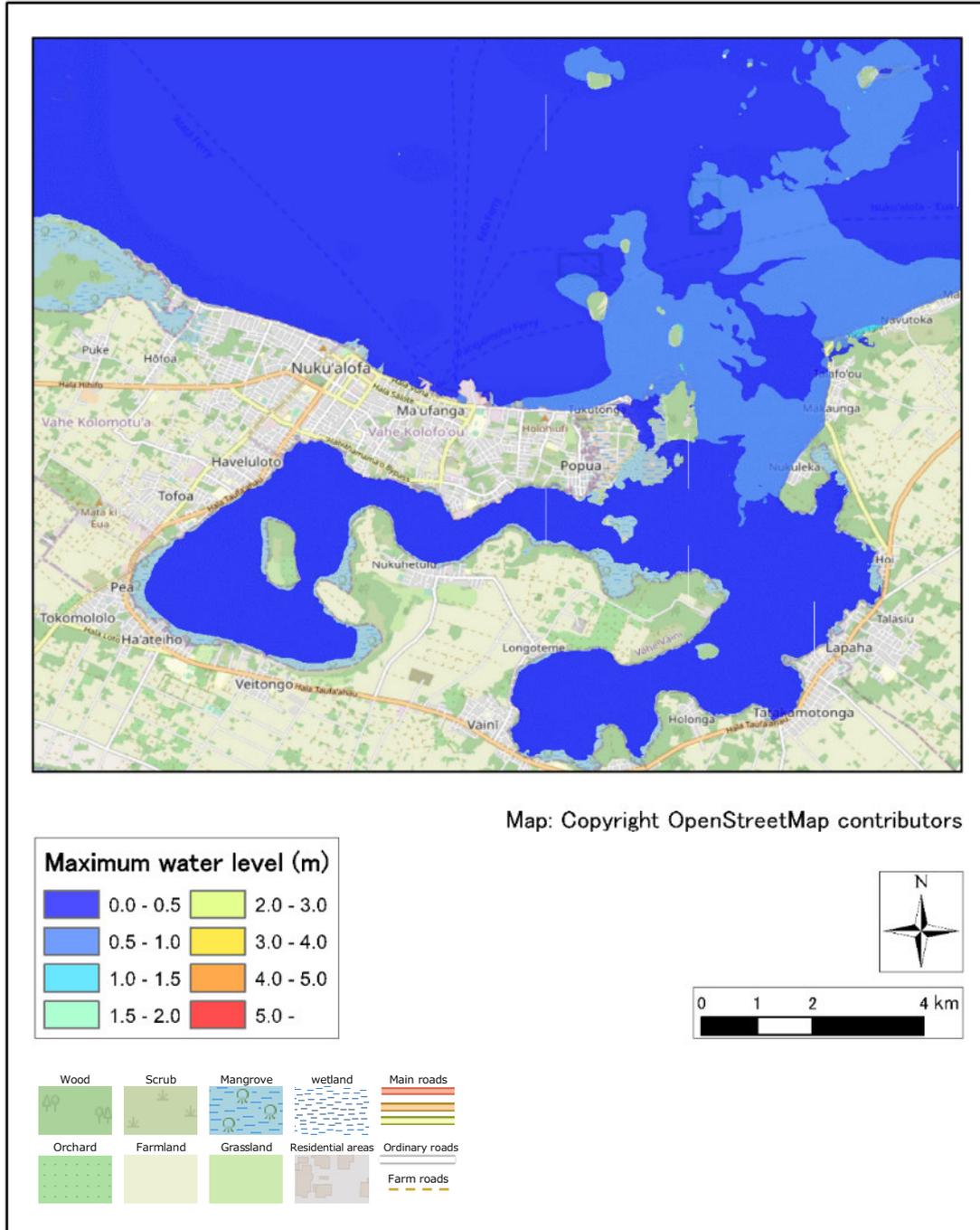
CASE: fault1976-1



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.27 最大水位分布図 (Fault 1976)

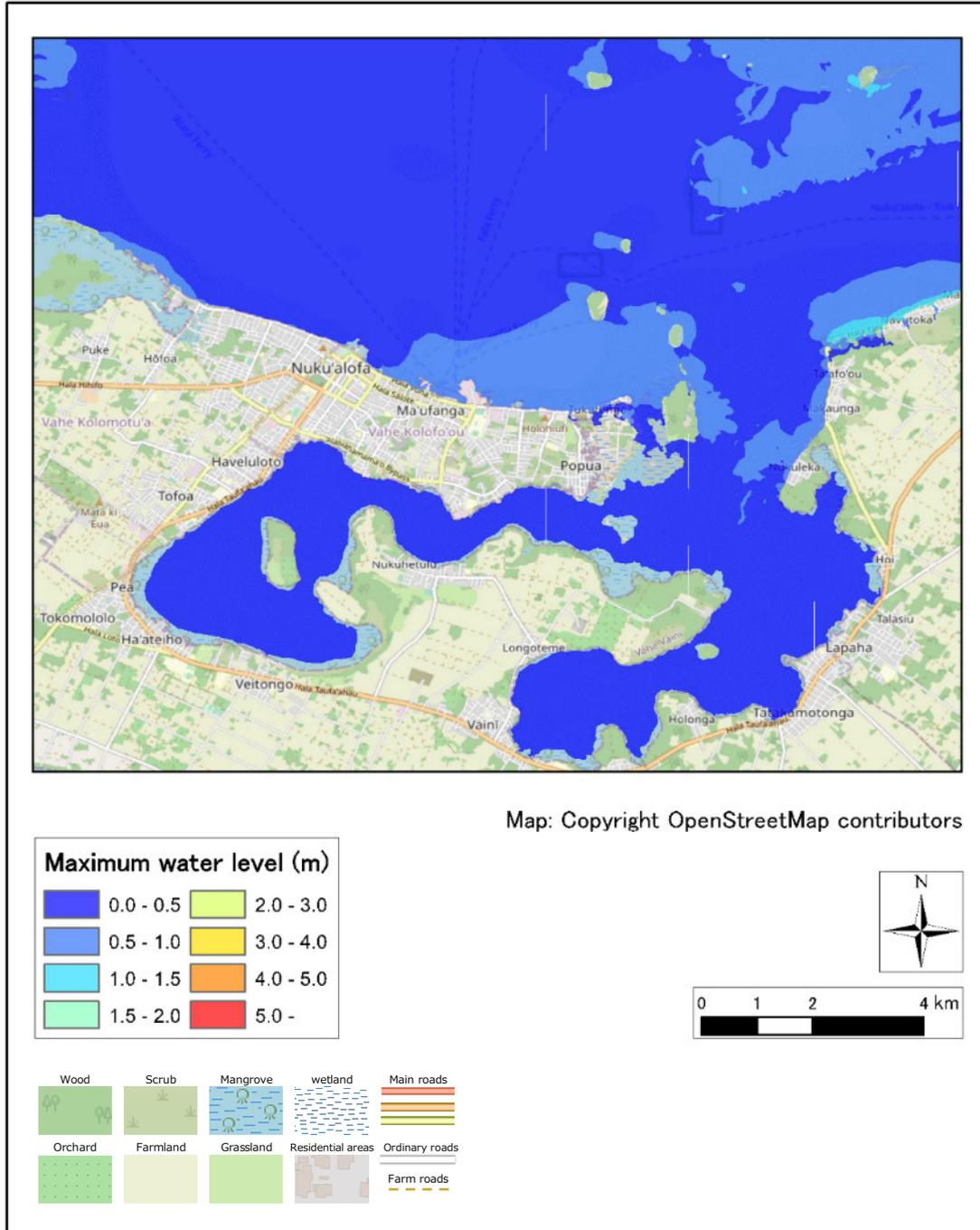
CASE: fault2006-1-1



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.28 最大水位分布図 (Fault 2006-1)

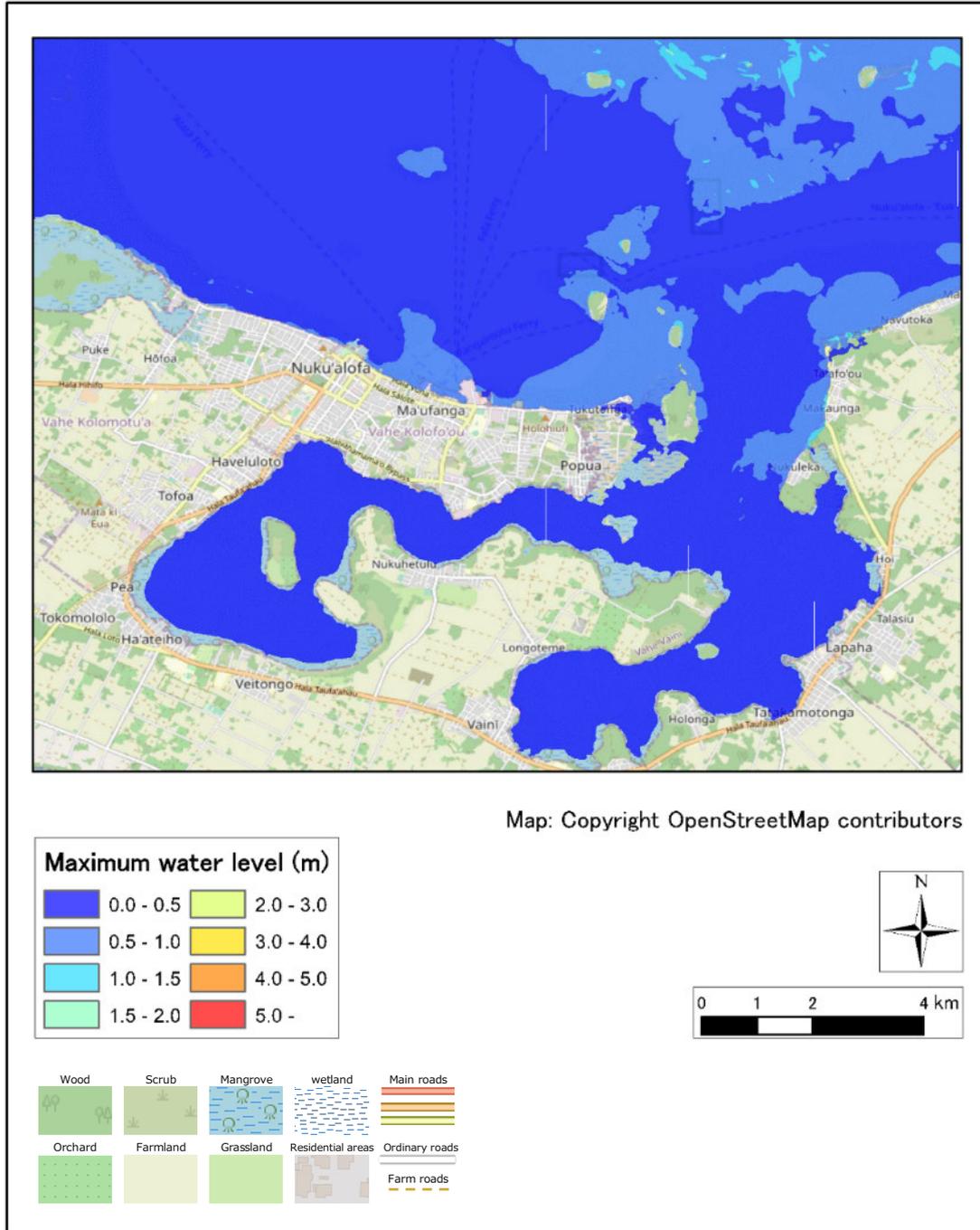
CASE: fault2006-2-1



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.29 最大水位分布図 (Fault 2006-2)

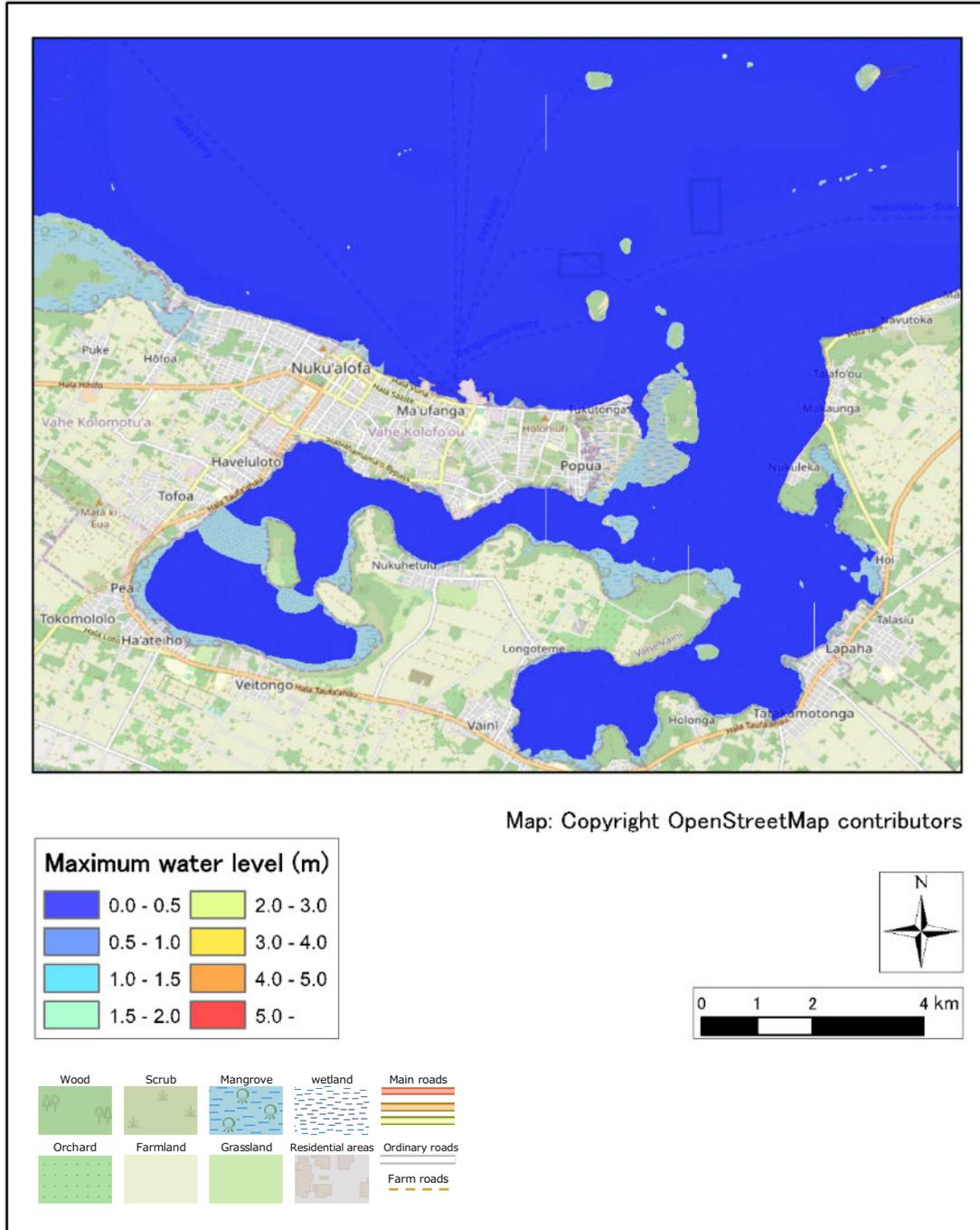
CASE: fault2009-1



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.30 最大水位分布図 (Fault 2009)

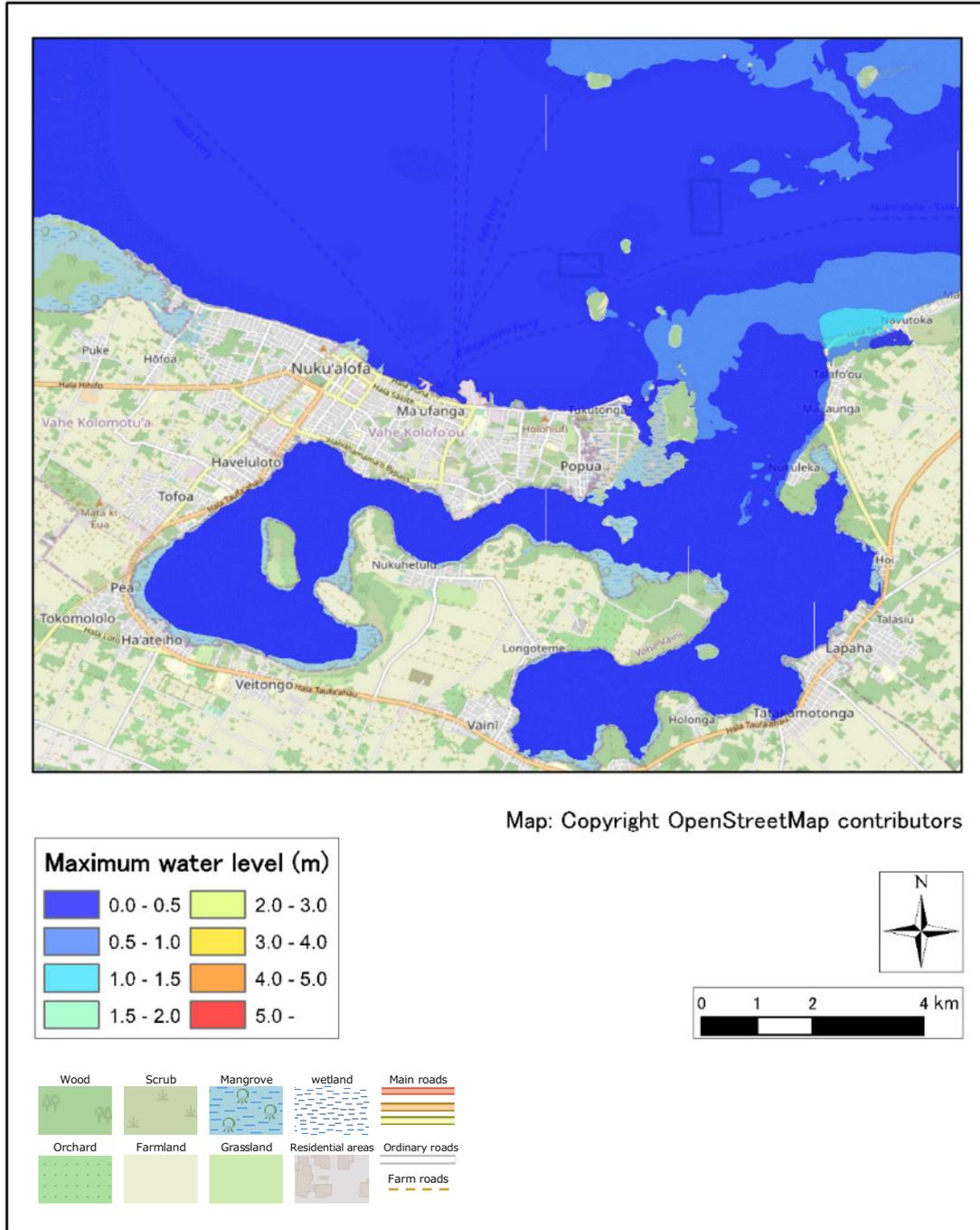
CASE: fault2018-1



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.31 最大水位分布図 (Fault 2018)

CASE: fault2021-1



出典：JICA 調査団作成

図 2.7.32 最大水位分布図 (Fault 2021)