

**令和2年度 第2回  
札幌市 地震被害想定検討委員会**

**資料 2-2:地震動予測結果  
(液状化危険度に関する補足資料)**

令和3年1月7日

札幌市危機管理対策室

## 1.1 地下水の設定

### ■ 現行想定の地下水位設定手法

- 継続的な観測での最高水位と、ボーリングの初期水位を比較し、全般的には観測最高水位とボーリングの初期水位が近似しているため、市域全体にわたり多くのデータを有するボーリングの初期水位を最高水位として使用  
→ **最高の水位を考慮して設定し、補間により面的データを構築**

### ■ R1年度検討による方針

- 手法は変更しない
- データ(観測所、ボーリング)の追加・更新

### ■ R2年度第1回委員会での指摘事項

- **上昇傾向にあるのなら、ボーリング実施時の年代により補正をした方がよいのではないか**

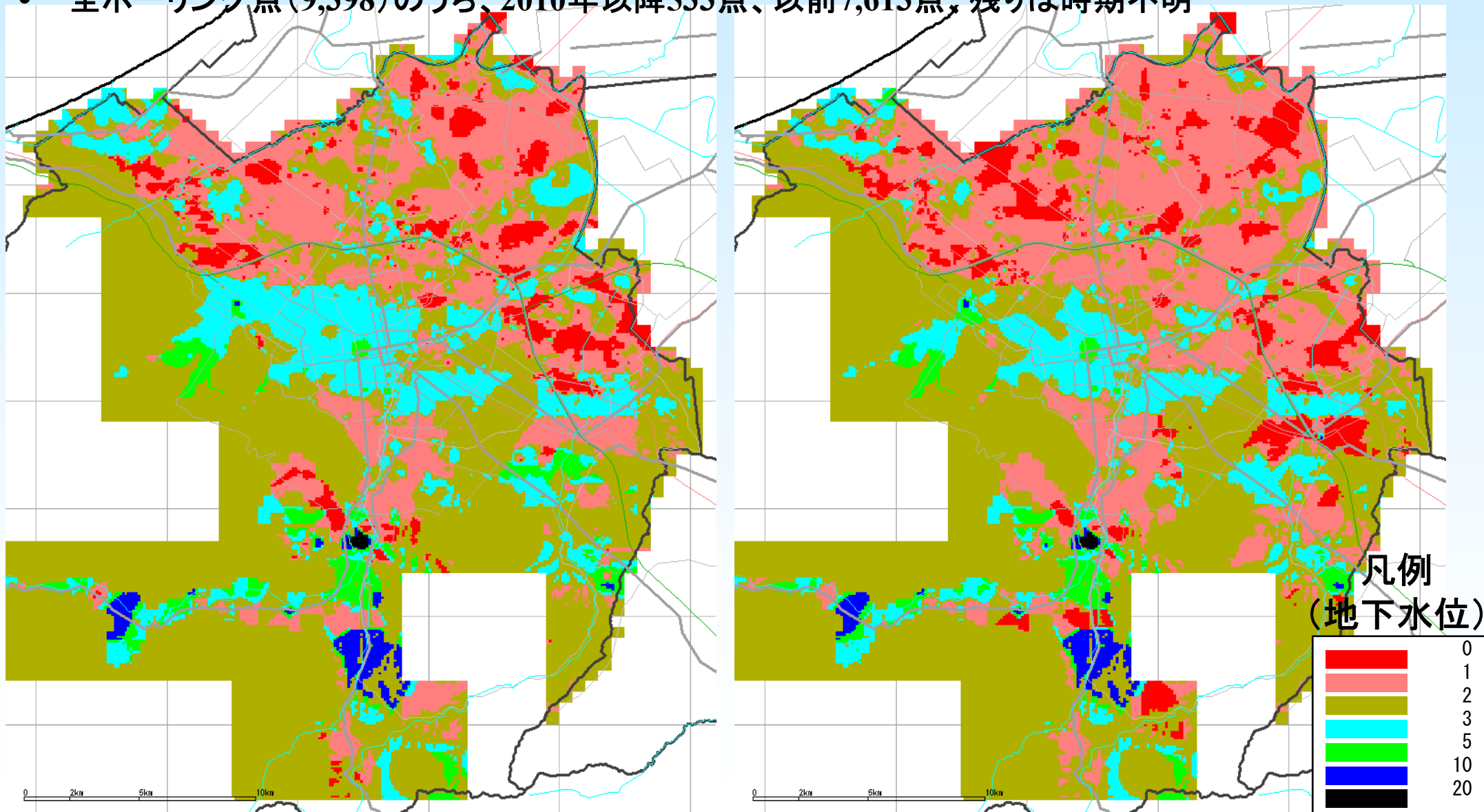
### ■ 検討結果と対応方針

- 上昇傾向は見られるものの、ボーリングデータの孔内水位・標高の精度が高くないこともあり、面的なモデルを構築するのは容易でない。
- 仮の単純なモデルで影響度合いを確認。大きな影響は無かったので、R1年度検討による方針で実施する。

## 1.2 地下水位分布(年代補正の有無による差異)

### <影響確認用の仮の補正案>

- 2009年以前について、地下水位を0.5m浅く設定する。
- ただし、地表面から1mより浅くは設定しない。
- 全ボーリング点(9,398)のうち、2010年以降533点、以前7,613点、残りは時期不明



(a)年代補正なし

(b)年代補正あり

## 1.3 液状化危険度分布(年代補正の有無による差異)

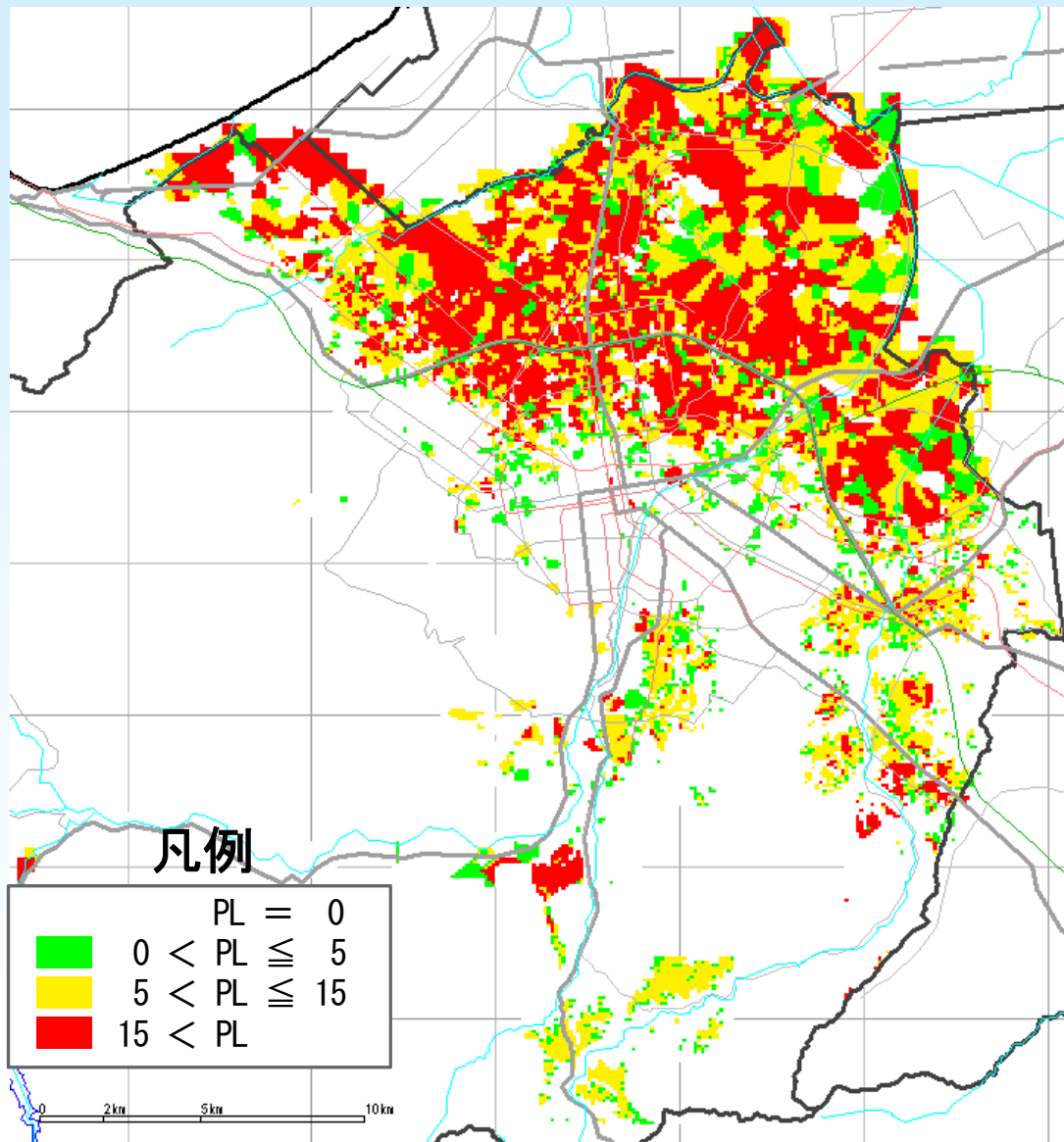
- 想定地震における面積の差異を表に示す。
- 地下水位が高くなる「年代補正あり」の方が、当然に液状化危険度が高くなる。
- しかし、面積での差異は3~4%程度となった。

100mメッシュ数の比較(100で約1km<sup>2</sup>)

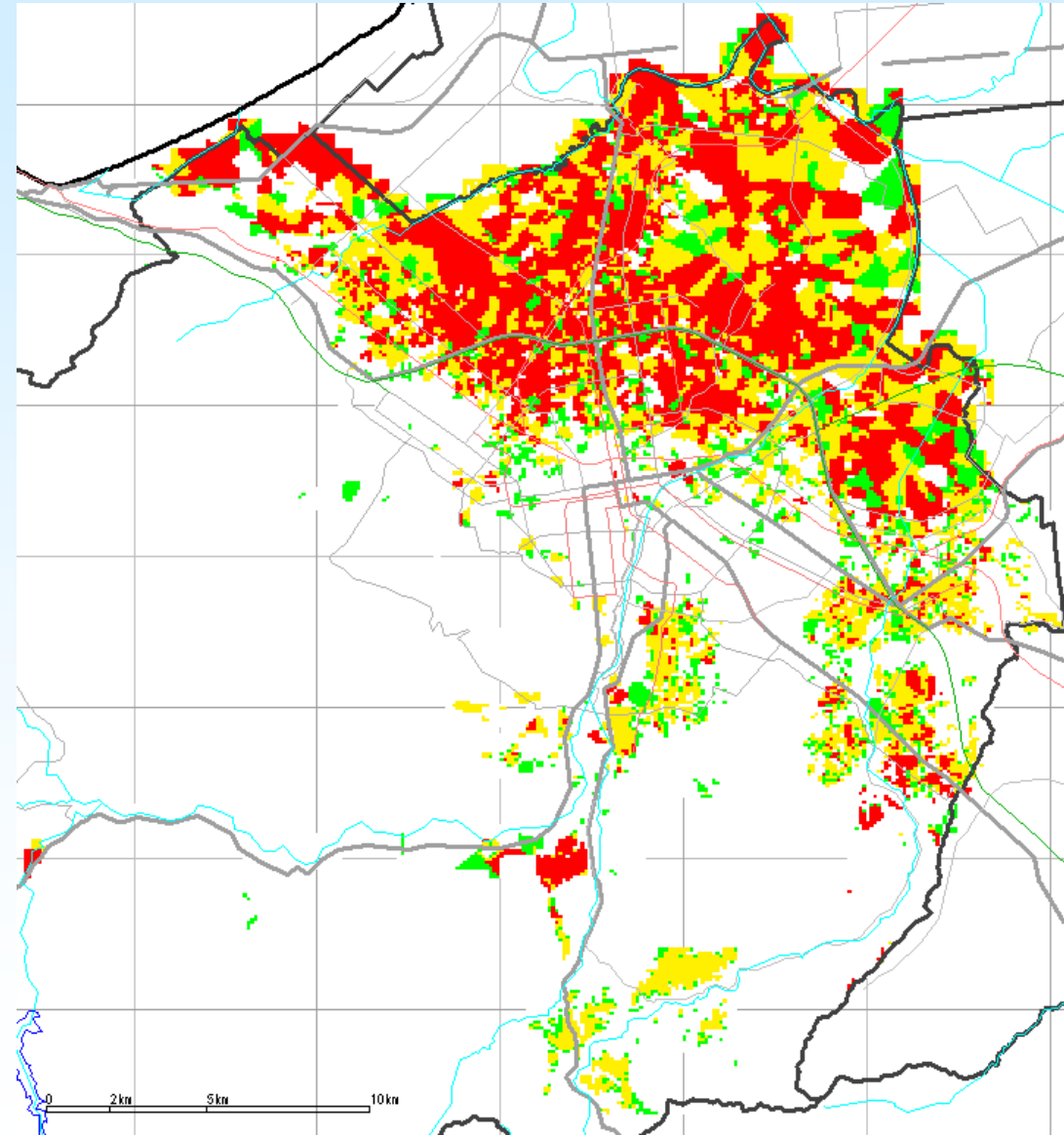
地 震	年代補正なし		年代補正あり	
	15<PL	5<PL≤15	15<PL	5<PL≤15
苫小牧沖	476	3,260	492	3,425
石狩平野東縁断層帯	347	2,516	350	2,616
野幌丘陵断層帯	6,487	8,541	6,818	8,890
月寒背斜に関連する断層	8,552	8,756	8,892	9,099
西札幌背斜に関連する断層	6,772	7,343	7,020	7,728
最大	9,778	8,542	10,104	8,926

## 1.4 液状化危険度分布(年代補正の有無による差異)

一様に震度6.0を与えた結果、PL値の分布にほとんど差はなかった。



(a)年代補正なし



(b)年代補正あり

## 2.1 液状化危険度評価手法

液状化危険度には、下記の液状化指数( $P_L$ 値)が広く用いられてきている。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L)(10 - 0.5x) dx$$

$$F_L = \frac{R}{L} \quad \dots \quad \begin{cases} F_L \leq 1.0: \text{液状化すると判定} \\ F_L > 1.0: \text{液状化しないと判定} \end{cases}$$

R: 動的せん断強度比

L: 地震時せん断応力比

Rの算定には、道路橋示方書(以下、道示)の方法が標準的に被害想定でも用いられている。ただし、道示はH29改訂でRの算定法を変更している。

### ■ R2年度第1回

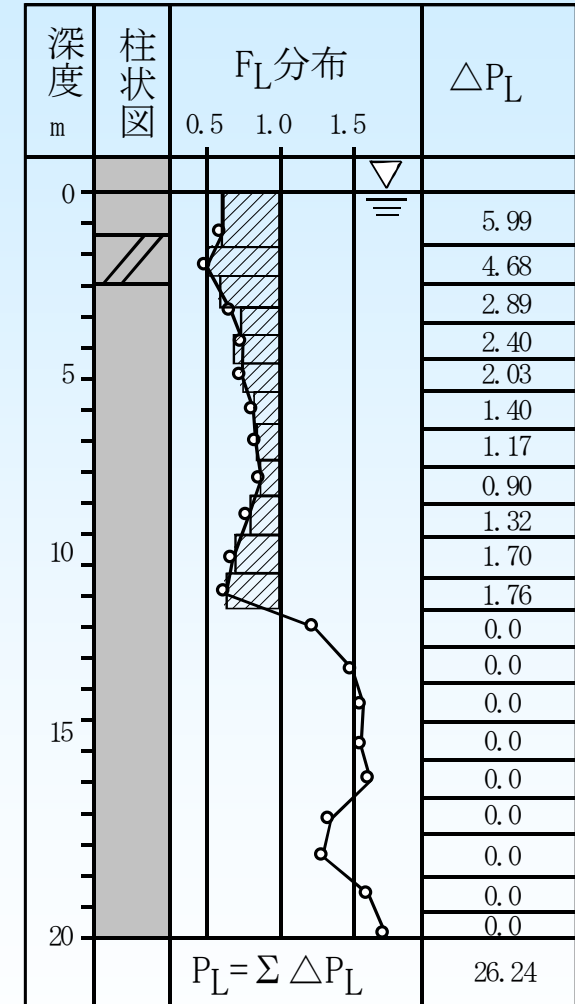
単純な条件で従来式とH29改訂式の差異は小さいと報告

⇒(指摘事項) **本当に少しずつ変化するのであって、手法の差異でPL値に大きな差が出ていないか、確認した方がよいのではないか**



■ 実際のモデルでFL値の深度分布で差異が小さいことを確認

■ 面的なPL値分布でも差異が小さいこと、傾向に差がないことを確認



## 2.2 道路橋示方書における $R_L$ の算定法の変更

下記のように、繰返し三軸強度比 $R_L$ の算定式がH29改訂で変更されている。

### 【従来式】

(3) 繰返し三軸強度比

繰返し三軸強度比 $R_L$ は式(8.2.7)により算出する。

$$\left. \begin{aligned} R_L &= 0.0882 \sqrt{N_a/1.7} && (N_a < 14) \\ R_L &= 0.0882 \sqrt{N_a/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} && (14 \leq N_a) \end{aligned} \right\} \dots (8.2.7)$$

ここに、

<砂質土の場合>

$$N_a = c_1 N_1 + c_2 \dots (8.2.8)$$

$$N_1 = 170N / (\sigma_{bb}' + 70) \dots (8.2.9)$$

$$\left. \begin{aligned} c_1 &= 1 && (0\% \leq FC < 10\%) \\ c_1 &= (FC + 40) / 50 && (10\% \leq FC < 60\%) \end{aligned} \right\} \dots (8.2.10)$$

$$c_1 = FC / 20 - 1 \quad (60\% \leq FC)$$

$$\left. \begin{aligned} c_2 &= 0 && (0\% \leq FC < 10\%) \\ c_2 &= (FC - 10) / 18 && (10\% \leq FC) \end{aligned} \right\} \dots (8.2.11)$$

<れき質土の場合>

$$N_a = \{1 - 0.36 \log_{10}(D_{50}/2)\} N_1 \dots (8.2.12)$$

ここに、

$R_L$ : 繰返し三軸強度比

$N$ : 標準貫入試験から得られる $N$ 値

$N_1$ : 有効上載圧100kN/m<sup>2</sup>相当に換算した $N$ 値

$N_a$ : 粒度の影響を考慮した補正 $N$ 値

$\sigma_{bb}'$ : 標準貫入試験を行ったときの地表面からの深さにおける有効上載圧 (kN/m<sup>2</sup>)

$c_1, c_2$ : 細粒分含有率による $N$ 値の補正係数

$FC$ : 細粒分含有率 (%) (粒径75 $\mu$ m以下の土粒子の通過質量百分率)

$D_{50}$ : 50%粒径 (mm)

### 【H29改訂式】

$$R = c_W R_L \dots (7.2.2)$$

(レベル1地震動及びレベル2地震動(タイプI)の場合)

$$c_W = 1.0$$

(レベル2地震動(タイプII)の場合)

$$c_W = \begin{cases} 1.0 & (R_L \leq 0.1) \\ 3.3R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{cases} \dots (7.2.3)$$

$$R_L = \begin{cases} 0.0882 \sqrt{(0.85N_a + 2.1)/1.7} & (N_a < 14) \\ 0.0882 \sqrt{N_a/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} & (14 \leq N_a) \end{cases} \dots (7.2.4)$$

$$N_a = \begin{cases} c_{FC}(N_1 + 2.47) - 2.47 & (D_{50} < 2\text{mm}) \\ \{1 - 0.36 \log_{10}(D_{50}/2)\} N_1 & (D_{50} \geq 2\text{mm}) \end{cases} \dots (7.2.5)$$

$$N_1 = 170N / (\sigma_{bb}' + 70) \dots (7.2.6)$$

$$c_{FC} = \begin{cases} 1 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC + 20) / 30 & (10\% \leq FC < 40\%) \\ (FC - 16) / 12 & (40\% \leq FC) \end{cases} \dots (7.2.7)$$

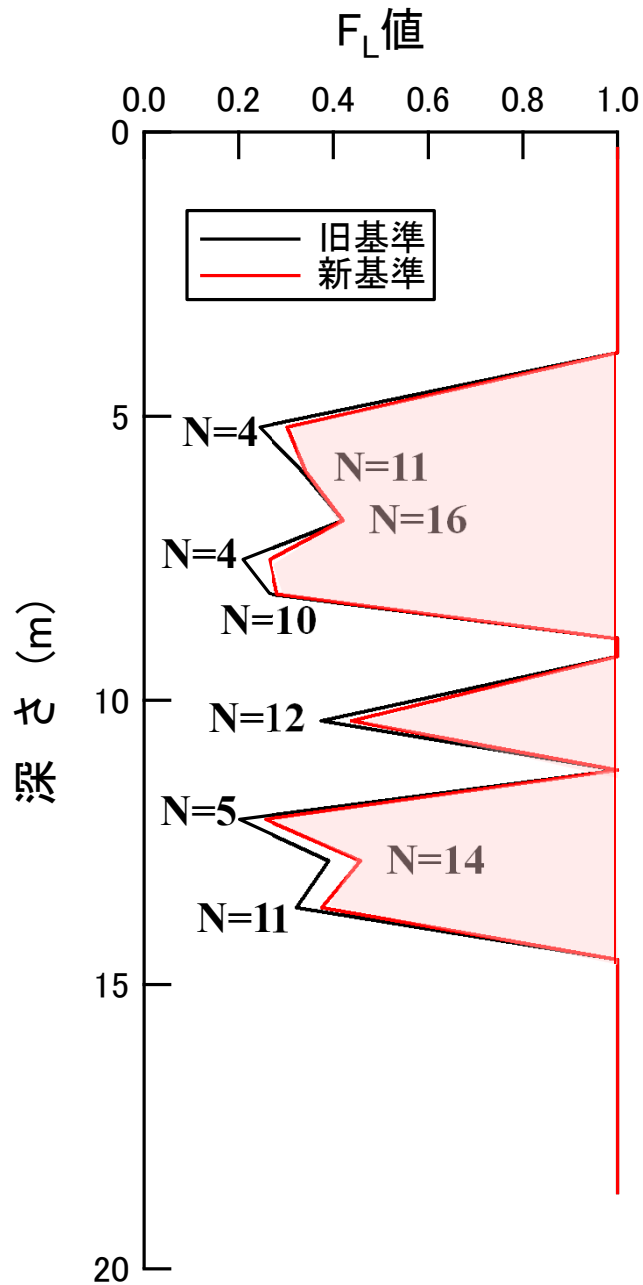
## 2.3 FL値の鉛直分布での比較

実際のモデルでの計算例を示す。

少しずつ差が出て、旧基準の方が $F_L$ 値が少しずつ小さくなり、PL値として大きくなる。

新基準を採用することで、PL値はやや小さくなるが、元々ランクの閾値に近い場合に判定が変わる程度で、新旧基準で大きく変わるものではないことが分かる。

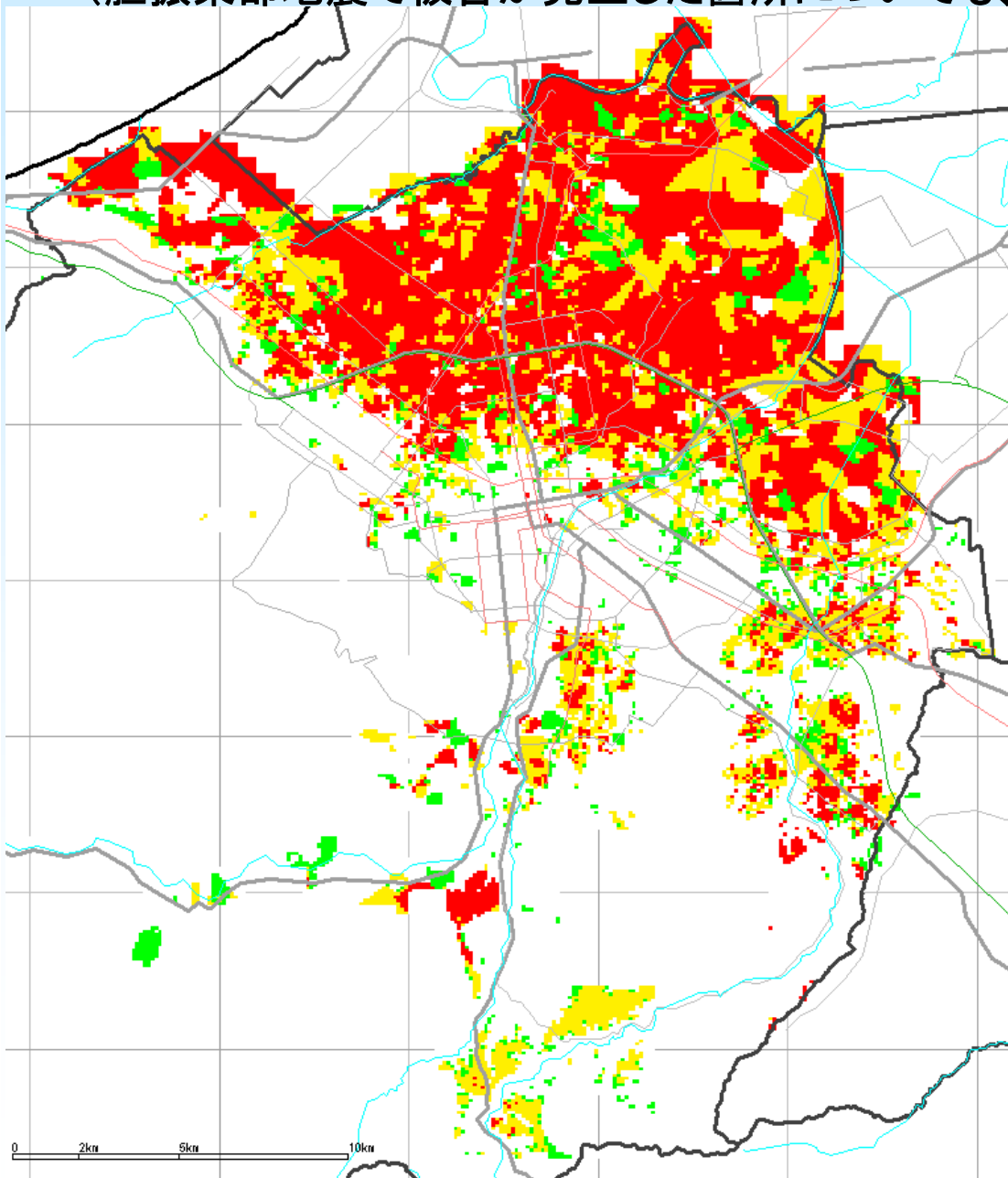
左図の場合、PL値で35(旧)→33(新)  
他の地点でも、PL値の差は1~4の範囲であり、閾値を二度超えるものではない。



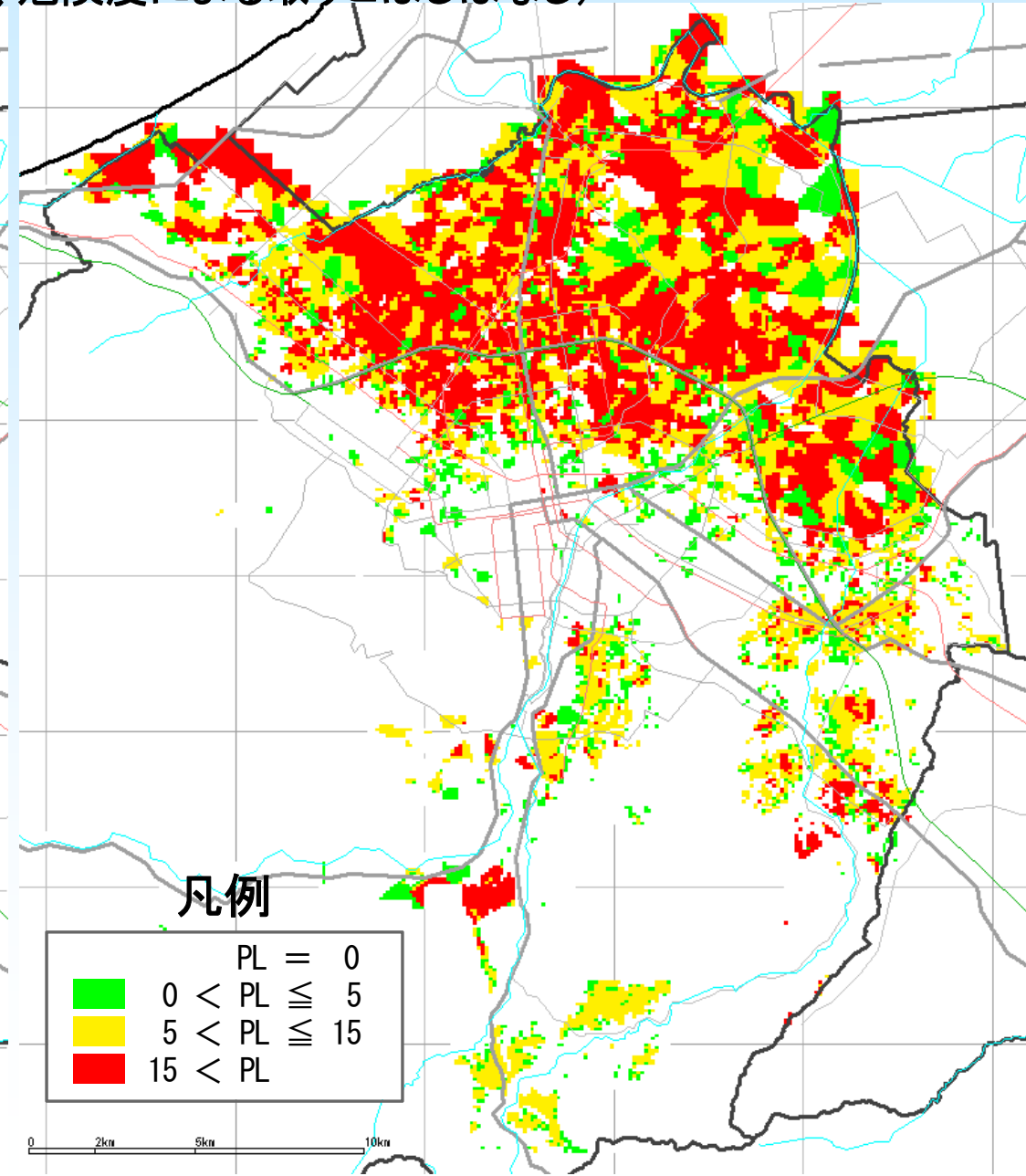


## 2.4 PL値分布での比較(一様に震度6.0を与えた場合)

従来式の方が液状化危険度が高い面積は広くなるが、大きく分布の傾向が変わるものではなかった。  
(胆振東部地震で被害が発生した箇所についても、危険度による取りこぼしはなし)



(a)従来式



(b)H29改訂式